

x  
06/10/04

**José Pedro Lopes Ribeiro**



17-11-04

**Edifícios Inteligentes**  
**Domótica e Arquitectura Bioclimática**



**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**Porto, 2004**



**José Pedro Lopes Ribeiro**



**Edifícios Inteligentes**  
**Domótica e Arquitectura Bioclimática**



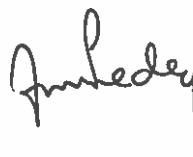
**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**

**Porto, 2004**

**José Pedro Lopes Ribeiro**

**Edifícios Inteligentes – Domótica e Arquitectura Bioclimática**

Monografia apresentada à  
**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA**  
como parte dos requisitos para obtenção  
do grau de licenciado em  
Engenharia Civil.

  
29.4.2004

## Sumário da Monografia

A selecção deste tema deve-se ao facto de, para além de ser bastante interessante, ser novo, “futurista” e já considerado como uma “arma” de marketing, no que respeita à comercialização de edifícios.

É um tema onde existe carência de informação, não se encontrando facilmente bibliografia, quer nacional quer internacional e havendo mesmo desconhecimento do tema por parte dos livreiros.

Consultando a Internet, verifica-se a existência de vários *sites*, com especial abundância no Canadá, Reino Unido, França, Brasil, entre outros. É interessante no entanto verificar que do ponto de vista comercial a oferta já possa ser considerada abundante.

O objectivo desta monografia é abordar os conceitos básicos do que são os edifícios inteligentes, quer via domótica – pela utilização de tecnologia – quer via arquitectura bioclimática – recurso à relação com o clima – numa interligação entre a arquitectura, engenharia civil, informática e electrónica.

Não é possível ser suficientemente radical e afirmar que um edifício é mais ou menos inteligente por recorrer ou não à tecnologia. Na realidade, inteligente é o edifício que pela sua concepção conduz a uma melhor forma de vida para os que o habitam e paralelamente também oferece uma interligação com o meio ambiente mais adequada.

Se hoje, nos edifícios, o recurso à domótica e ao bioclimático é ainda, em Portugal, algo fora do comum, alguns pequenos indícios já permitem verificar que no futuro uma parte da visibilidade das construções será esse seu carácter “inteligente”.

Em conclusão, o que parece ser “inteligente” é a combinação do melhor dos dois mundos, o domótico que permite a parametrização, controlo e correcção de determinados eventos de forma automática e sem carecer de intervenção do utilizador e o bioclimático, que pela concepção, preocupação com o clima e técnica construtiva cuidada, oferecem ao utilizador uma qualidade de vida acrescida.



## **Agradecimentos**

Na apresentação desta monografia, não poderia deixar de agradecer a orientação do Eng. Miguel Ferreira, que, desde a abordagem inicial do tema, passando pela apresentação gráfica e pela discussão crítica do conteúdo, sempre manifestou a sua disponibilidade para acompanhar o desenvolvimento da mesma.

Também os meus agradecimentos à Eng.<sup>a</sup> Rita Bastos, que forneceu inúmera documentação sobre os temas abordados.

**Índice Geral**

<b>CAPÍTULO I INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II ORIGEM, HISTÓRIA E DEFINIÇÃO DE DOMÓTICA</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO III A ARQUITECTURA DE UM SISTEMA DOMÓTICO</b>	<b>5</b>
3.1 Arquitectura centralizada	5
3.2 Arquitectura distribuída	5
3.3 Rede de transmissão	5
3.4 Velocidade de transmissão e protocolos de comunicação	6
3.5 Abordagem a tecnologias existentes no mercado	7
3.5.1 Tecnologia X-10	7
3.5.2 Produtos X.10 – Exemplos	8
3.5.2.1 Cozinha	8
3.5.2.2 Sala	9
3.5.2.3 Escritório	9
3.5.2.4 Quarto	10
3.5.2.5 Jardim	10
3.5.3 Tecnologia LonWorks	11
3.5.4 Limitações das soluções existentes	12
3.5.5 Gama de produtos	15
3.5.6 Exemplos de aplicação do LonWorks	17
3.5.6.1 Sild (Schlumberger Industries e Lyonnaise des Eaux-Dmez)	17

3.5.6.2 Solus Technology Corporation	17
3.5.6.3 ECS (Energy Conservation Systems, Ltd.)	18
3.5.6.4 Potter Electric Signal Company	18
3.5.6.5 Kollmorgen	19
3.5.7 Tecnologia EIB (European Installation Bus)	19
<b>CAPÍTULO IV EDIFÍCIOS INTELIGENTES</b>	
<b>– MODA OU NECESSIDADE</b>	<b>21</b>
4.1 O que é um edifício inteligente?	21
4.2 O início dos Edifícios e Espaços inteligentes	23
4.3 Quais os benefícios de um edifício inteligente?	24
<b>CAPÍTULO V POTENCIALIDADES DA DOMÓTICA</b>	<b>26</b>
5.1 Sistema de gestão integrado	26
5.1.1 Conforto com utilização racional de energia	26
5.1.2 Segurança	27
5.1.3 Sistemas de som multi-room	28
5.1.4 Multimédia	28
5.1.5 Home Cinema	28
5.1.6 Rede estruturada de comunicações	29
5.2 Edifícios Inteligentes	29
5.2.1 Tagus Park	29
5.2.2 Infogrames – Lyon (primeiro edifício denominado Promotelec Europtibat)	30
5.3 Investigação & Desenvolvimento	32

5.3.1 IBM implementa técnicas pioneiras de redes de dados	32
5.3.2 Microsoft e Samsung na domótica	32
5.3.3 Companhias Japonesas criam padrão para “casas inteligentes”	32
<b>CAPÍTULO VI CIDADES SUSTENTÁVEIS</b>	<b>34</b>
6.1 A cidade e as casas	34
6.2 Crise energética	35
<b>CAPÍTULO VII ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA</b>	<b>38</b>
7.1 A abordagem	38
7.2 Estratégia bioclimática	39
7.3 Utilização de sistemas solares passivos em edifícios	42
7.4 Arquitectura bioclimática, uma alternativa sustentável	45
7.5 Impacto da Arquitectura bioclimática	47
<b>CAPÍTULO VIII EDIFÍCIOS INTELIGENTES – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO IX CUSTO, SITUAÇÃO EM PORTUGAL E RETORNO DO INVESTIMENTO</b>	<b>53</b>
9.1 Quanto custa uma Casa Inteligente?	53
9.2 O “negócio” da domótica em Portugal	54
9.3 Retorno do investimento	54
9.4 Que FUTURO?	55
<b>CAPÍTULO X CONCLUSÃO</b>	<b>58</b>
Referências a Marcas Registadas	60



## Índice de Figuras

Figura 3.1 – Produtos X.10 para Cozinha	8
Figura 3.2 – Produtos X.10 para Sala	9
Figura 3.3 – Produtos X.10 para Escritório	9
Figura 3.4 – Produtos X.10 para Quarto	10
Figura 3.5 – Produtos X.10 para Jardim	10
Figura 3.6 – Gama de Produtos Echelon	16
Figura 3.7 – Controlo de Iluminação	16
Figura 4.1 – Lloyds Building – Londres	23
Figura 5.1 – Tagus Park	29
Figura 5.2 – Infogrames – Lyon	30
Figura 5.3 – Frigorífico inteligente	33
Figura 7.1 – Diagrama Psicométrico	38
Figura 7.2 – Vivenda bioclimática	40
Figura 7.3 – Vivenda em construção	40
Figura 7.4 – IBM Plaza – Corte, orientação solar e pormenor	41
Figura 7.5 – IBM Plaza – Kuala Lumpur – Malaysia	42
Figura 7.6 – Componentes Bioclimáticos	44
Figura 7.7 – Jade – Nafarros (vistas exterior e interiores)	46
Figura 7.8 – Torre Verde	47
Figura 9.1 – Oferta de produtos X-10 em Portugal	53

Figura 9.2 – 18ª edição da Concreta

56

**Glossário****A, B**

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BCI	Batibus Club International
Bus	Subsistema que transporta dados ou energia entre componentes
Bps	Bytes per second

**C, D**

CCTV	Closed-Circuit TeleVision
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
DIN	Standard (Instituto Alemão de Normalização) Sistema baseado na redução da escala dinâmica do som durante a gravação e em expandi-la durante a reprodução
Dolby	
Downloads	Descarga de informação
DTS	Digital Theater Systems

**E, F**

EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
EHSA	European Home Systems Association European Installation Bus – Associação para a promoção e divulgação do EIB
EIBA	
Firewalls	Hardware ou Software de protecção
FM	Frequência Modulada

**G, H**

GPRS	General Packed Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
GTE	Gestão Técnica de Edifícios Cinema em casa, com qualidade idêntica à de salas de espectáculo
Home Theater	
Homebanking	Acesso a Bancos a partir de casa

**I, L**

IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
Layout	Desenho, organização
LRE	Long Reach Ethernet

**O, P**

OEM	Original Equipment Manufacturer
OSI	Open System Interconnection
PC	Computador Pessoal
Peer-to-peer	Ponto a ponto
Plug&Play	Colocar e Usar

**R, S**

RAM	Random Access Memory
RDIS / ISDN	Integrated Services Digital Network
ROI	Retorno do Investimento

ROM	Read Only Memory
Router	Que conhece a rota
Smart House	Casa Inteligente (Marca Registada)
T, U	
	THX é um sistema de garantia de qualidade. É uma marca registada de Lucasfilm Limited e foi desenvolvido por George Lucas em 1993.
THX	
Touch screen	Ecran táctil
UPS	Uninterruptible Power Supply
UTP	Unshielded Twisted Tair
V, W	
Videoconferência	Conferência com som e imagem efectuada à distância
VLSI	Very-Large-Scale Integration
WAP	Wireless Application Protocol
Web	Programa informático criado por Donald Knuth

## CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

A presente Monografia foi estruturada de forma a apresentar, numa primeira abordagem, os edifícios inteligentes na sua vertente tecnológica, a domótica e numa segunda abordagem na vertente natural, a arquitectura bioclimática.

Considerando que o objectivo quer da domótica quer da arquitectura bioclimática é tornar os edifícios mais conformáveis para os seus utilizadores, existe a necessidade de os avaliar e questionar o investimento. Esta é abordagem final da Monografia.

No Capítulo II apresenta-se a origem, história e definição de domótica. No Capítulos III, abordam-se as arquitecturas dos sistemas, as tecnologias existentes no mercado, bem como alguns exemplos de aplicação da domótica, quer doméstica quer de forma mais abrangente ao nível de projectos industriais.

No Capítulo IV, questiona-se se “inteligente” é sinónimo de tecnológico. Daqui parte-se exactamente para outras visões de “edifício inteligente”, para a posterior abordagem da Arquitectura Bioclimática.

No Capítulo V efectua-se a abordagem das potencialidades da domótica, nas componentes de conforto, segurança, entre outras e são fornecidos exemplos de edifícios considerados inteligentes, fundamentalmente pelo recurso à tecnologia. Ainda se apresentam exemplos de projectos em I&D dos principais fabricantes e fornecedores de tecnologia, como a IBM e Microsoft.

As cidades sustentáveis e a crise energética, no Capítulo VI, são a introdução para a abordagem da Arquitectura Bioclimática no Capítulo VII, onde são tratados temas como a estratégia bioclimática, os sistemas solares passivos e o respectivo impacto.

O Capítulo VIII é dedicado aos critérios de avaliação de edifícios inteligentes.

Sendo a componente financeira uma parte importante na decisão de “como fazer o quê”, o Capítulo IX aborda o custo de uma solução domótica, como vai o negócio em Portugal e o que se pode esperar como retorno do investimento.

Finalmente o Capítulo X pretende tirar conclusões, conduzindo a uma solução conjunta de técnicas e tecnologias, que assim melhoram os edifícios e beneficiam os seus utilizadores.

## CAPÍTULO II ORIGEM, HISTÓRIA E DEFINIÇÃO DE DOMÓTICA

O desenvolvimento de tecnologias, para utilizar em todo o tipo de circunstâncias e principalmente na automatização, está a ter um crescimento considerável e uma curva ascendente de aplicação. A concepção e construção de edifícios não poderia ficar à margem desta influência e, mesmo que com algum atraso, já se encontra envolvida neste processo.

Quando as tecnologias específicas de um sector se desenvolvem, aparecem “Disciplinas Tecnológicas” que as distinguem das demais e assim surge a Robótica, a Informática, entre outras.

Estas disciplinas são necessárias para conhecer e unificar critérios (“*standards de facto*”), para desenvolver normas de qualidade e de aplicação e em definitivo conseguir três pontos fundamentais: beneficiar os utilizadores, evitar o abuso da sua utilização e eliminar as possibilidades de desprestigiar os vários sectores por um emprego de tecnologia sem quaisquer benefícios reais.

Os primeiros sistemas activos sobre funções da habitação, há mais de 10 anos, eram tratados isoladamente e pré configurados e foram introduzidos no mercado, como uma abordagem ao futuro, por empresas como a Securiscan da Thomson. Como todos os sistemas em fase de desenvolvimento, estes não eram fiáveis e a arquitectura centralizada colocava problemas de ergonomia.

Nessa altura, as únicas entidades a rentabilizar o conceito de “domótica” foram jornalistas e consultores de marketing. Todos os investimentos efectuados pela indústria, no âmbito destas tecnologias, saldaram-se pelo fracasso. A atitude clássica de muitas empresas em contacto com o público, no decorrer dos anos 80, foi de propor uma oferta de domótica centrada nos seus próprios produtos, de forma proprietária, pouco interessante para o consumidor final.

É claro que uma empresa, como não podia cobrir todas as necessidades e/ou funcionalidades, não conseguia oferecer uma solução suficientemente atractiva. Por outro lado, a falta de liberdade dos utilizadores potenciais em não poderem seleccionar senão uma solução global de um mesmo fornecedor, associada à falta de fiabilidade e ao preço elevado das soluções, criavam barreiras a todas as tentativas de lançamento do conceito.

Estas situações levaram a que as principais empresas Europeias constatassem que não poderiam continuar com soluções proprietárias. Depois dos anos 80, iniciaram um caminho em direcção à normalização, com a oferta de “*standards de facto*”.

Consultando a enciclopédia Larrousse (1988), esta define “domótica” como “o conceito de edifício que integra todos os automatismos em matéria de segurança, gestão de energia, comunicações, etc.”.

O termo “domótica” foi adoptado pelos média franceses. A palavra deriva de “Domus” (casa) e “Robótica” (controlo automatizado). Pode definir-se como “(...) a possibilidade de controlo, de forma automática, dos edificios tornando-os no que se costuma designar de “casas inteligentes””. (Alves e Mota, 2003, p.27)

Chamamos então “domótica” à disciplina que recorre ao uso da Tecnologia de Informação na gestão de residências e/ou edificios, com o fim de aumentar a segurança, o conforto, os serviços multimédia e da economia energética.

O termo “gestão” é utilizado no sentido de modificação, local ou remota, de parâmetros de actividades. O uso das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicações) num edifício, gera novas aplicações e tendências, baseadas na capacidade do processo de informação e integradas com as comunicações entre os equipamentos e as instalações. Assim concebido, um edifício pode oferecer uma ampla gama de aplicações em áreas como a segurança, gestão de energia, automatização de tarefas domésticas, formação, cultura e entretenimento, monitorização da saúde, ocupação de tempos livres e ainda de operação e manutenção das instalações.

As primeiras aplicações da domótica utilizavam sensores e actuadores (dispositivos que alteravam os parâmetros em função de informações captadas pelos sensores), que numa arquitectura centralizada, eram ligados a um controlador onde residia a inteligência necessária. Quase sempre eram sistemas proprietários, pouco flexíveis e em especial caros.

Nos últimos anos, principalmente devido à queda dos preços do *hardware* e graças a tecnologias e standards como o X-10, EIB e LonWorks, entre outros, a domótica ganhou em flexibilidade e modularidade, facilidade de instalação e utilização, tendo também sido verificado um pequeno aumento de fornecedores e produtos disponíveis. Mas apesar de tudo, ainda não se verificou uma procura acentuada deste tipo de “casas inteligentes”, – casas em

que a domótica é aplicada – já que apenas alguns edifícios, normalmente comerciais, começam a instalar estes sistemas integrais. Os particulares ainda não têm a percepção de poder gerar o retorno adequado do investimento efectuado.

Neste momento, e graças à Internet, verificamos o aparecimento de mais fabricantes e provedores de serviços, que desenvolvem produtos e serviços que conjugam as vantagens da Internet – baixo custo, fácil acesso, banda larga, padrões Web e WAP – com as tecnologias de rede (LAN), que nos fazem admitir que a domótica atingirá em breve patamares elevados de utilização e popularidade. Com o recurso a estas tecnologias, já há quem aponte como “Teledomótica” o novo conceito a substituir “Domótica”, como resultado das sinergias entre a utilização conjunta de Internet, telefones móveis e da domótica propriamente dita.

“O acesso à Internet em banda larga e na modalidade “Always On” (sempre conectado) tem um papel muito importante, se não imprescindível, para que o mercado da “Teledomótica” cresça. Além de garantir a recepção de comandos dados pelos residentes quando fora de casa, tornará viável a operação de “firewalls”, impedindo que terceiros acedam à rede da residência, e viabilizarão o entretenimento (via downloads de áudio e vídeo), interfaces com comércio e correio electrónicos, alarmes médicos e de cuidado de pessoas incapacitadas, entre outros.

Em alguns países da Europa, em especial nos países nórdicos, já se nota a utilização da domótica na publicidade de imóveis residenciais, com ênfase nas vantagens como segurança, conforto e economia de energia. Aliás, a segurança e o conforto de idosos estão entre os factores que estão a fazer crescer a aplicação da domótica naqueles países. Se levarmos em conta que os avanços da medicina aliados à queda dos índices de natalidade, farão com que aumente a proporção de idosos na população (hoje temos dois adolescentes para cada idoso, em meados do século haverá igualdade e no final deste século XXI, teremos três idosos por cada adolescente), fica claro que este é um campo bastante promissor.” (Bretenitz, 2001).

## **CAPÍTULO III A ARQUITECTURA DE UM SISTEMA DOMÓTICO**

A arquitectura técnica de um sistema domótico de uma “casa inteligente” assenta sobre três conceitos técnicos: Tipo de arquitectura, rede de transmissão e velocidade de transmissão e protocolo de comunicação.

O “tipo de arquitectura” de um sistema domótico especifica o modo como os diferentes elementos de controlo se interligam. Existem dois tipos de arquitectura, centralizada e distribuída.

### **3.1 ARQUITECTURA CENTRALIZADA**

Tudo se baseia no centro do sistema – normalmente um PC – que comanda, controla e supervisiona todos os elementos e é o “cérebro” da habitação. Exige uma rede de cabos própria, que interliga os vários elementos (sensores, luzes, válvulas, etc.) com o PC. Nesta arquitectura, uma avaria central deixa sem funcionamento todo o sistema. Ainda neste sistema, os projectistas devem conceber os caminhos de cabos e toda a infra-estrutura na fase de concepção.

### **3.2 ARQUITECTURA DISTRIBUÍDA**

Os elementos de controlo encontram-se próximos do elemento a controlar. Há sistemas que são distribuídos quanto à capacidade de processamento, mas não o são na estrutura física dos diferentes elementos de controlo e vice-versa, os quais são executados por um ou vários processadores fisicamente centralizados. Nesta arquitectura que utiliza um meio de transmissão como cabo ou fibra óptica é necessário definir a topologia da rede de comunicações. A topologia da rede define-se como a distribuição física dos elementos de controlo com respeito ao meio de comunicação.

### **3.3 REDE DE TRANSMISSÃO**

É o meio físico onde circula a informação trocada entre os diferentes elementos de controlo e controlados. A transmissão pode ser efectuada na rede eléctrica existente (transmissão por correntes portadoras), numa rede autónoma de dados (cablagem de par de cobre ou tipo UTP, coaxial, fibra óptica) ou ainda sem fios (infravermelhos ou rádio-frequência).

No caso da transmissão por correntes portadoras, utilizando a rede eléctrica, o sistema consta de uma unidade de controlo cuja função é gerir o protocolo e transmitir os comandos (ordens) por essa rede, de interfaces que recebem e processam esses comandos e de filtros que evitam as interferências no sistemas, quer do exterior quer para o exterior. É um sistema de baixo custo de instalação, mas também de baixa velocidade de transmissão.

A transmissão dos sinais por cablagem de cobre é normalmente utilizada pelos sistemas de rede telefónica, dados, áudio, vídeo e som de alta-fidelidade.

A transmissão dos sinais por par coaxial é normalmente utilizada pelos sistemas de vídeo e áudio a alta velocidade e na distribuição de sinais de televisão provenientes de antenas – redes de TV e FM ou TV por cabo, neste caso, referentes a sinais de controlo e dados a média e baixa velocidade.

A transmissão por fibra óptica apresenta uma grande velocidade e fiabilidade na transmissão de dados e não está sujeita a influências electromagnéticas. Utiliza uma combinação de tecnologias de semicondutores e de ondas ópticas. Em contrapartida, tem ainda um custo elevado e características bastante técnicas nas suas ligações.

A transmissão sem fios, através de infravermelhos ou rádio frequência é a mais flexível do ponto de vista da instalação. Os infravermelhos estão já suficientemente difundidos nos comandos à distância de equipamentos como TV e áudio. Apresenta grande comodidade e não está sujeita a interferências electromagnéticas. A rádio frequência, de forma idêntica apresenta grande comodidade, mas não tem a mesma imunidade a interferências.

### **3.4 VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO E PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO**

Velocidade de transmissão é a velocidade à qual se efectuam as trocas da informação entre os vários módulos do sistema. A velocidade depende da rede de transmissão. Existem “comandos” em que a velocidade de transmissão poderá não ser factor diferenciador (como ligar ou desligar a luz). Para outros, como o vídeo ou áudio, a velocidade é factor crítico para a qualidade dos mesmos.

Os protocolos de comunicação, standard ou proprietários, são as “linguagens” de entendimento entre os vários aparelhos, por forma a se entenderem mutuamente. Os protocolos standards são geralmente normalizados, fornecidos por várias empresas e compatíveis entre si (X-10, LonWorks, EHS, EIB e BatiBus). Os protocolos proprietários,

desenvolvidos especificamente por uma empresa ou para determinada função, apenas comunicam com equipamentos fornecidos por essa entidade.

### **3.5 ABORDAGEM A TECNOLOGIAS EXISTENTES NO MERCADO**

Desde há alguns anos que o abaixamento dos preços do *hardware* electrónico tem contribuído para que os fabricantes iniciassem a produção em massa de sensores e actuadores com inteligência suficiente para implementar uma rede local de controlo distribuído.

Com uma arquitectura distribuída e apoiando-se em novas tecnologias ou *standards* como o X-10, LonWorks, EIB, EHS e BatiBus (estes três últimos serão integrados no futuro protocolo KNX - Konnex Association), as novas instalações domóticas são mais fáceis de implementar e de utilizar, tendo ganho em flexibilidade e modularidade ao mesmo tempo que os custos diminuíram.

#### **3.5.1 Tecnologia X-10**

De todos os protocolos, o X-10 é sem dúvida o protocolo mais divulgado em todo o mundo e aquele com maior sucesso. O X-10 utiliza a rede eléctrica existente como meio de comunicação ao contrário de outros protocolos que obrigam à instalação de uma rede própria.

A tecnologia X-10 foi desenvolvida entre 1976 e 1978 pela empresa Pico Electronics, Ltd em Glenrother, Escócia, conjuntamente com a multinacional de áudio BSR, com o objectivo de transmitir dados através da linha eléctrica a baixa velocidade (50 bps na Europa e 60 bps nos EUA). A enorme variedade de módulos X-10 e de interfaces, a utilização da rede eléctrica existente como meio de transmissão, os preços baixos e a facilidade de instalação (a maior parte dos módulos são Plug&Play) contribuíram para o rápido sucesso do X-10 nos EUA e Europa.

O sistema X-10 foi desenvolvido para ser fácil de utilizar, ter um baixo custo e garantir a compatibilidade entre os produtos X-10 (os módulos X-10 actuais continuam compatíveis com os de há 20 anos). Poderá ser instalado tanto na altura de construção do edifício como depois, através dos módulos ou elementos comprados individualmente ou em “packs”. Milhões de lares em todo mundo dispõem de produtos X-10, sendo este o fabricante que mais sistemas de controlo para o lar vendeu em todo mundo (100 milhões de equipamentos nos últimos 15 anos).

As tarefas rotineiras são facilmente programadas no sistema e, através de qualquer telefone ou telemóvel, podem ser enviados comandos para o sistema. As possibilidades ainda são maiores se utilizar o computador. Podem ser programadas sequências que respondem a determinadas horas ou situações. Por exemplo, se se levantar durante a noite, as luzes automaticamente acendem a uma intensidade de 30% (utilização conjunta com sensores de movimento).

O X-10 é simples e utiliza apenas transmissores e receptores para controlar a iluminação e os aparelhos. Os transmissores enviam um sinal, através da corrente eléctrica, para os receptores. Os transmissores existem sob a forma de comando remoto de infravermelhos (IR) ou Rádio Frequência (RF), interface de computador, telefone e voz.

Os receptores desempenham comandos que receberam (dos transmissores) e podem “Ligar”, “Desligar”, “Clarear”, “Escurecer”, “Abrir”, “Fechar”, isto em aparelhos, iluminação ou outros equipamentos. Os receptores existem sob diversas formas: módulos que se ligam directamente na tomada, micro módulos que se colocam antes dos interruptores e tomadas, módulos de baixa voltagem, módulos de calha DIN (no quadro eléctrico), unidades de controlo de cortinas, estores, aquecimento central, ar condicionado, válvulas de corte de água, gás, entre outros.

Com o sistema X-10 é possível controlar virtualmente tudo na habitação, simplesmente através de um comando verbal, de um comando remoto, de uma forma automática, a partir de um PC, da Internet, ou carregando nos botões do telefone.

### 3.5.2 Produtos X.10 – Exemplos

#### 3.5.2.1 Cozinha

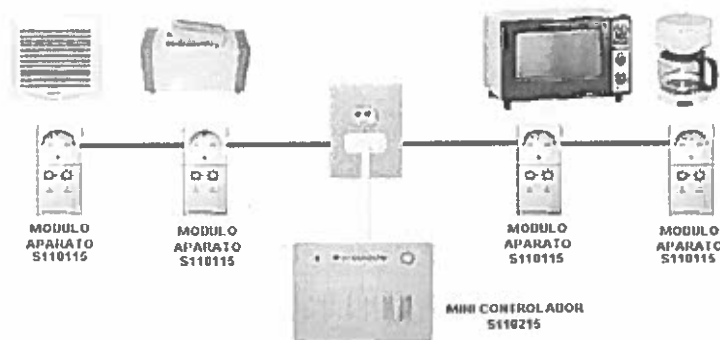


Figura 3.1– Produtos X.10 para Cozinha  
([www.superinventos.com](http://www.superinventos.com))

Como ilustra a Figura 3.1, os electrodomésticos da cozinha conectados por X.10 nos módulos de ligação de equipamentos (módulo aparato) podem ser colocados a trabalhar ou parados de qualquer parte a casa (ou mesmo do exterior). A função “Todos Off” do “mini controlador”, assegura que nenhum equipamento fica acidentalmente ligado.

### 3.5.2.2 Sala

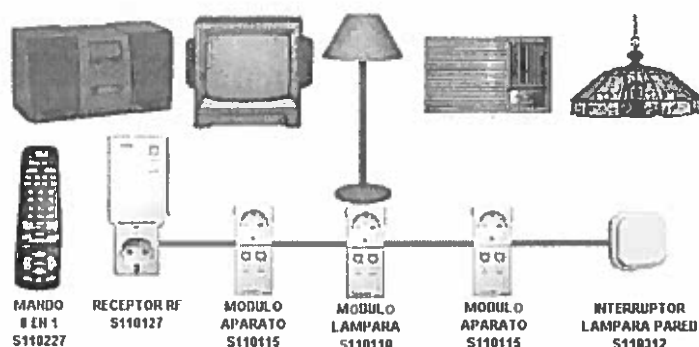


Figura 3.2 – Produtos X.10 para Sala

(www.superinventos.com)

Com um único comando (mando) e receptor de RF (Rádio Freqüência), podem-se controlar a televisão, vídeo, DVD, HI-FI, ar condicionado e intensidade das luzes, conectados aos módulos de ligação de equipamentos (módulos aparato), como se verifica na Figura 3.2.

### 3.5.2.3 Escritório

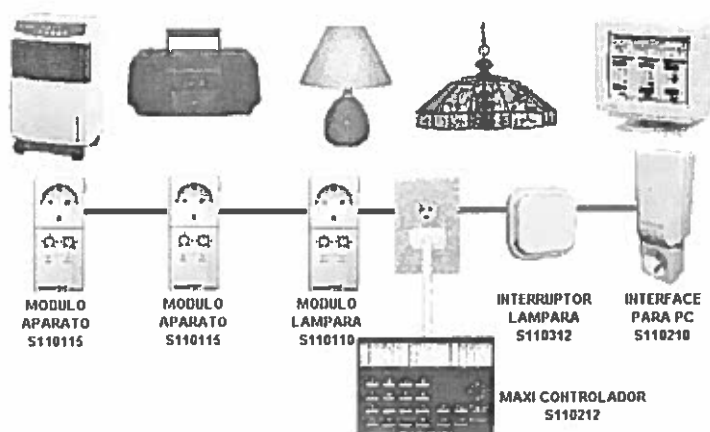


Figura 3.3 – Produtos X.10 para Escritório

(www.superinventos.com)

A Figura 3.3 refere-se aos produtos X.10 para escritório, onde, com o interface para o PC e com o Software de Supervisão, todo o edifício pode ser controlado a partir do PC. Podem ainda ser programados os diversos periféricos, com macros e comandos, por forma a que tudo funcione mesmo com o PC desligado.

### 3.5.2.4 Quarto

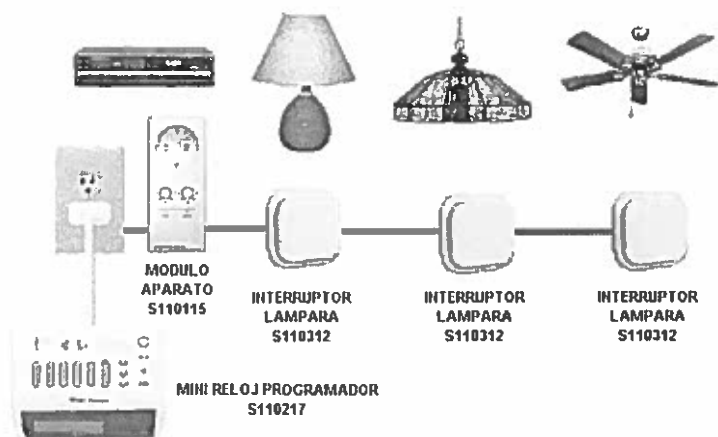


Figura 3.4 – Produtos X.10 para Quarto

([www.superinventos.com](http://www.superinventos.com))

No “relógio programador” (mini reloj programador), como na Figura 3.4, programam-se os tempos e intensidade das luzes. Pode ainda ser programada a ordem de ligar os electrodomésticos da cozinha, ver Figura 3.1, entre outras funções.

### 3.5.2.5 Jardim

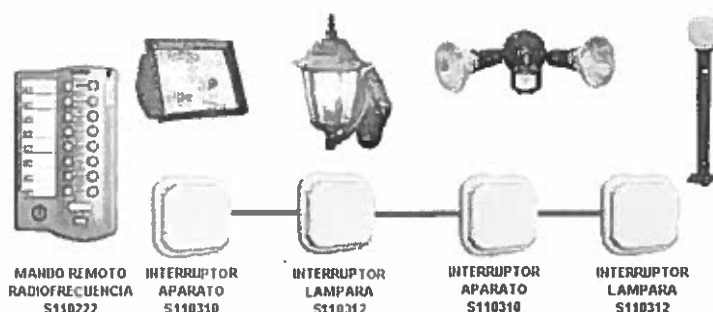


Figura 3.5 – Produtos X.10 para Jardim

([www.superinventos.com](http://www.superinventos.com))

Com o comando remoto RF (mando remoto RF), podem ser ligadas e desligadas as luzes do jardim, aberto ou fechado o portão e porta de garagem, ligado ou desligado o alarme.

### 3.5.3 Tecnologia LonWorks

Para ir ao encontro da standardização, fazendo com que o desenvolvimento de produtos inteligentes aplicados em sistemas de controlo distribuído, fosse feita numa plataforma única e comum para todo tipo e particularidades de fabricantes no mundo e garantindo com isso que esses produtos e sistemas satisfizessem as maiores necessidades dos utilizadores finais, garantindo e mantendo total compatibilidade entre eles, a Echelon Corporation, dos EUA, em 1993 apresenta o que o mercado esperava e acabou por dar a solução ideal. Em 1994 recebeu apoio para essa tecnologia com o aparecimento do elemento LonMark e finalmente em 1999 conquistou a norma EIA 709.3, definindo como norma o protocolo LonTalk para automação residencial. Esse projecto audacioso, baptizado como “Tecnologia LonWorks”, conta hoje com muitos adeptos e esse número vem aumentando a cada ano, seja nas áreas de desenvolvimento ou industrias, distribuídas pelo mundo todo, criando e desenvolvendo soluções com essa tecnologia.

A tecnologia LonWorks é formada por uma rede de dispositivos inteligentes de controlo, chamados “Nós”, que se comunicam usando um protocolo comum. Cada “Nó” da rede, por sua vez, contém inteligência embutida capaz de implementar o protocolo e desempenhar todas as funções de controlo. Além disso, cada “Nó” inclui um interface “transceptor” com o meio físico, que conecta o micro controlador do “Nó” ao meio de comunicação. Uma série de vantagens, comuns a inúmeras aplicações, impulsiona o movimento rumo aos sistemas de controlo com inteligência distribuída, pois esses sistemas:

- Reduzem os custos iniciais de desenvolvimento dos projectos, além de permitir que o mesmo sistema de comunicação seja usado em muitas aplicações diferentes;
- Facilitam a expansão e reconfiguração;
- Proporcionam maior flexibilidade, seja quanto ao tamanho, configuração ou aplicação do sistema;

- Diminuem os custos de instalação, poupando ou eliminando cablagem, já que é independente do meio físico sobre o qual funciona (cabo de par entrançado, cabo coaxial, ondas portadoras, fibra óptica ou rádio-frequência);
- Viabilizam aplicações de difícil materialização com os sistemas centralizados;
- Permitem que produtos e sistemas antes incompatíveis possam inter operar.

Embora todas essas vantagens sejam importantes, algumas barreiras ainda impedem a implementação em larga escala de sistemas de controlo distribuído.

#### **3.5.4 Limitações das soluções existentes**

Os sistemas de controlo com inteligência distribuída são compostos de “nós” inteligentes, cada um desempenhando uma tarefa específica. “Nós” podem ser detectores de proximidade, chaves, detectores de movimento e relés. Embora individualmente cada “Nó” realize uma tarefa simples, a finalidade do sistema como um todo é realizar uma operação de controlo conjunta e por sua vez até muito complexa, como a de automatizar uma linha de fabrico industrial ou um edifício na sua totalidade.

Um “Nó” requer um microprocessador ou microcontrolador, interfaces de E/S (entrada/saída) para sensores e actuadores, protocolo de comunicação e “transceptores” para o meio de comunicação considerado. Usando tecnologia já conhecida, os projectistas de “Nós” e redes de inteligência distribuída devem conceber e implementar um protocolo, o hardware e o software de comunicação, um sistema operativo e o hardware do interface de controlo.

Adicionalmente, a rede de controlo pode requerer o desenvolvimento de “routers” e de interfaces de rede. No passado, o custo e a capacidade limitaram a selecção de micro controladores para ‘Nós’ inteligentes. Além disso, a falta de um sistema de desenvolvimento equipado com um conjunto integrado de ferramentas capazes de trabalhar num ambiente de rede distribuído, impediu a implementação de sistemas de controlo distribuído. Assim, até 90% do esforço de desenvolvimento de tais sistemas têm sido gastos com a implementação da comunicação e do controlo básico operacional necessários que tudo isso implica. Agora, com a tecnologia LonWorks essa parte não produtiva e onerosa do trabalho de desenvolvimento desaparece, podendo o enfoque ser colocado integralmente no produto final pretendido. Esta tecnologia LonWorks está a abrir uma “nova era para os sistemas de controlo distribuído”, em

que o fabricante ou integrador pode implementar, de forma rápida e fácil, redes de dispositivos inteligentes, interligados por um ou mais meios de comunicação e que comunicam entre si usando o protocolo LonTalk.

O “coração” da tecnologia LonWorks é o chip Neuron, um sofisticado componente VLSI em cujo desenvolvimento a Echelon investiu milhões de dólares e cujo fabrico, sob licença, esteve inicialmente com a Motorola e a Toshiba e actualmente está com Toshiba e Cypress. Esse super chip baptizado por Neuron incorpora comunicação, controle, gestão (scheduling) e suporte de E/S (entrada/saída). Foi também o ponto de partida para uma lista de uma série de produtos, todos relacionados com a solução proposta pela empresa, que hoje oferece aos seus clientes – fabricantes e integradores – uma lista completa que inclui ferramentas de desenvolvimento (software e hardware), incluindo entre outros, estação de desenvolvimento, analisador de protocolo, emulador, placas diversas e produtos OEM que o cliente usaria em sua produção ou instalação, como “transceptores”, módulo de controlo, “routers”, pontes e adaptadores série. Com isso, a Echelon procura vender uma solução que quer ver disseminada e para tanto oferece também meios e recursos que facilitem e agilizem a implementação dessa solução, que ela chama genericamente de “redes de controlo LonWorks”, seja essa rede parte de um produto final, o produto final ou o sistema de controlo de um processo inteiro, de uma linha de montagem, instalação residencial, predial ou industrial. Com o domínio dessa tecnologia, qualquer que seja a empresa interessada pode criar redes de controlo tão pequenas que se acomodam dentro de um produto e tão grandes que podem controlar uma plataforma de fábrica ou um complexo de apartamentos. O chip Neuron, peça fundamental de todo “Nó” de uma rede LonWorks, está disponível em duas versões:

- O Neuron 3120 contém três processadores idênticos, de 8 bits, 10 Kb de ROM pré programada, com o firmware do chip, o firmware do protocolo LonTalk, 512 bytes de EEPROM para código de utilizador optimizado e configuração da rede, 1 KB de RAM para armazenamento dos comandos de entrada ou de dados; 11 pinos de E/S configuráveis, para controlo e monitorização de diversos dispositivos, dois temporizadores/controladores de 16 bits, que podem ser multiplexados para quatro dos pinos de E/S, para E/S no domínio do tempo e interface de comunicação independente do meio, de 5 pinos.
- O Neuron 3150 é quase idêntico ao chip 3120, diferindo na capacidade da RAM, que é de 2 KB, e no facto de que não incorpora ROM, apresentando, ao pelo contrário, uma

interfaces para 59 KB de memória externa. Como o protocolo LonTalk, que atende todas as sete camadas do modelo de referência OSI, é implementado em ROM e hardware no chip Neuron, e assim todos os “Nós” de uma rede LonWorks são interoperáveis. Enquanto para muitos utilizadores e fornecedores de produtos de automação a ideia de interoperabilidade ainda não passa de uma promessa, para os que usam a tecnologia LonWorks ela é realidade. O Protocolo suporta comunicação distribuída, entre pares (peer-to-peer), garantindo assim que “Nós” individuais da rede, como sensores e actuadores, comuniquem directamente entre si, não havendo a necessidade de um sistema de controlo central. Por exemplo, na área de stockagem de uma fábrica, o empilhador automático e a correia transportadora podem-se comunicar e interagir, directamente: o “Nó” (ou “nós”) LonWorks que equipa o empilhador automático, dotado de “transceptor” de rádio frequência (RF), pode activar a correia transportadora, também integrada na rede e dotada do mesmo tipo de “transceptor” para RF, para que posicione adequadamente uma paleta. Ao mesmo tempo, é emitido automaticamente um registro da operação para o sistema de controlo do inventário. O protocolo LonTalk permite a criação de redes com mais de 32.000 “Nós”, cada um controlando um ponto individual – no caso de automação predial, por exemplo, uma lâmpada, um alarme de incêndio ou uma abertura do ar condicionado. Através dos “transceptores” adequados, todos os “Nós” podem passar instruções entre si. E através dos dispositivos de E/S dos “Nós”, os sinais recebidos podem ligar ou desligar actuadores, ou ler sensores e informar a leitura na rede. Por exemplo, após receber mensagem de um “Nó” do sistema de detecção de incêndio, o “Nó” que controla o elevador pode enviá-lo automaticamente para o Rés-do-chão. Além disso, os recursos disponíveis para a tecnologia LonWorks comunicarem através de qualquer meio físico, como por exemplo a linha eléctrica (portadora), par trançado, rádio frequência, infravermelho e cabo coaxial. Os “Nós” podem ser combinados para “rotear” (de routing) mensagens de um meio para outro – por exemplo, da linha eléctrica para o par trançado. O resultado é uma rede de controlo totalmente integrada, que pode associar produtos de muitos fornecedores diferentes. A proposta LonWorks tem vindo a atrair o interesse de um número crescente de fabricantes de produtos para controlo e automação. Entre outras razões, porque para desenvolver um “Nó” LonWorks as tarefas de projecto e implementação ficam limitadas ao código da aplicação e aos circuitos dos dispositivos de E/S. Isso significa que o projectista se pode concentrar somente na aplicação, sem se incomodar com protocolos de comunicação, *hardware* e *software* de comunicação e o sistema operativo. Assim, a tarefa de desenvolvimento fica bastante

simplificada e, o mais importante, ganha-se tempo e acelera-se a colocação do produto no mercado. Além disso, as ferramentas e componentes oferecidos pela empresa facilitam as tarefas de desenvolvimento restantes, como:

- A construção e programação de “Nós” individuais;
- A instalação, teste e gestão de redes de “Nós” LonWorks durante o desenvolvimento;
- A instalação e gestão de redes de “Nós” LonWorks no local.

A Echelon afirma que mais de 400 empresas em todo o mundo utilizam a sua tecnologia para projectar o que a qualifica como “a próxima geração de produtos para redes de controlo”.

Entre esses clientes podem ser citados a ABB Stromberg Power, AEG, Allen-Bradley, AMP, AT&T, Autronica British, que já colocaram no mercado produtos baseados na LonWorks. O objectivo da Echelon é ambicioso, como admite Haaser (N/D):

“Cada sistema de desenvolvimento LonWorks vendido pela Echelon e cada novo produto baseado na LonWorks anunciado por um fabricante significam que a tecnologia fica mais próxima de se tornar um “standard de facto”. Além disso, em Dezembro de 1992, o IBI – Intelligent Building Institute qualificou LonWorks como uma das três tecnologias recomendadas para automação predial. Embora a LonWorks venha a ser usada na criação de produtos e sistemas para diversos campos de aplicação, por empresas e organizações como a Nasa (que a empregou no diagnóstico automatizado de seus sistemas de rastreabilidade de satélites), a Weidmüller (em diversos produtos para automação industrial) e a Unisys (que aplicou a tecnologia em funções de monitorização e diagnóstico na sua nova geração de servidores Unix de alta disponibilidade para informática corporativa), a maioria dos exemplos concentra-se, com efeito, no mercado da automação predial.”.

### **3.5.5 Gama de produtos**

Na figura seguinte (Figura 3.6) é apresentada a vasta gama de produtos, Base de Dados LonWorks, no site Internet da Echelon ([www.echelon.com/productdb](http://www.echelon.com/productdb)).

Como se verifica, a oferta divide-se em várias áreas, desde o controlo de acessos, actuadores, portas e janelas, incêndio e segurança, AVAC, controlo de iluminação, produção e gestão de energia, infra-estruturas para redes até ao software e à formação.

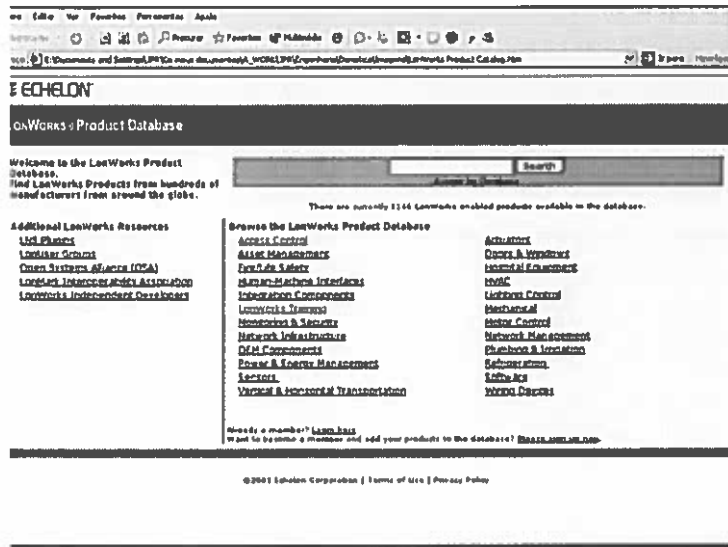


Figura 3.6 – Gama de Produtos Echelon  
(www.echelon.com)

A título de exemplo, a Figura 3.7 apresenta um controlador de iluminação, compatível com LonWorks e apresentado pela Philips Lighting B.V.. Na página, podem encontrar-se todas as informações do produto, desde o nome e família do produto, fabricante, descrição, áreas de aplicabilidade e alguns dados técnicos.

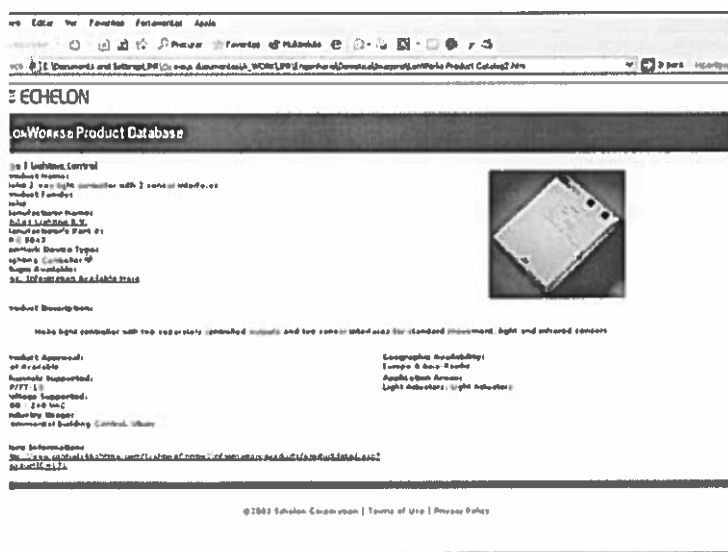


Figura 3.7 – Controlo de Iluminação  
(www.echelon.com)

### **3.5.6 Exemplos de aplicação do LonWorks**

#### **3.5.6.1 Sild (Schlumberger Industries e Lyonnaise des Eaux-Dmeuz)**

Em Julho de 1992, esta joint-venture entre duas grandes companhias francesas, Schlumberger Industries e Lyonnaise des Eaux-Dmeuz, lançou um sistema misto de automação predial e automação residencial, baptizado Tipi. Voltado para o mercado de imóveis colectivos, o Tipi é um sistema de baixo custo que proporciona aos ocupantes controlo local sobre seu ambiente, em apartamentos, condomínios, escritórios, hospitais e áreas comerciais de dimensões limitadas. Ele fornece aos proprietários e operadores do edifício um meio integrado de monitorar e controlar tanto locais específicos do edifício, ou o edifício inteiro. O Tipi compreende quatro módulos básicos, que controlam o acesso ao edifício, a temperatura dos locais e outros aspectos da vida em apartamentos. Os “medidores” do edifício, de água, gás e electricidade, podem ser lidos remotamente. O mau funcionamento de um equipamento pode activar uma mensagem, chamando a assistência técnica. O sistema pode também ser expandido para proporcionar serviços adicionais aos moradores, como segurança extra e mensagens vocais personalizadas endereçadas a telefones externos. Segundo Bernard Jeantet, presidente da Sild, ao utilizarem a tecnologia da Echelon, permitiu desenvolver um novo sistema em menos de um ano e com custos inferiores. O sistema obtido foi um avanço significativo para a indústria de construção. Este sistema, distribuído e de baixo custo, tem possibilidade de ser acedido de forma remota, quer para gestão do edifício quer de cada habitação individualmente.

#### **3.5.6.2 Solus Tecnology Corporation**

Em Janeiro de 1993, a Solus Tecnology Corporation tornou-se a primeira empresa norte-americana a lançar um sistema integrado de automação predial baseado na tecnologia da Echelon – um sistema inteligente, distribuído, que elimina a tradicional dependência de um computador central. O sistema “Solar” combina controlo distribuído com software de comunicação e de gestão de dados multi tarefa em tempo real, gráfico animados e comando “touch screen”. O resultado é um sistema único, completamente integrado, que pode ser usado em edifícios novos ou adaptado para remodelação ou actualização de instalações existentes. O sistema garante a operação otimizada de serviços como ar condicionado e ventilação, iluminação, segurança anti intrusão e controle de acesso, gestão de energia, segurança anti incêndio e pessoal (socorro) e monitorização das condições climáticas. A empresa vem

divulgando o seu produto junto ao mercado de edificações comerciais, industriais e institucionais. Ao lado das razões iniciais para a escolha da tecnologia Echelon, – reduzidos custos de cablagem e facilidade de instalação e manutenção – a Solus acabou identificando outras vantagens, como a economia de mão de obra no desenvolvimento do produto, dada a interoperabilidade do sistema com o de outros fornecedores, sempre na base do padrão LonWorks.

### **3.5.6.3 ECS (Energy Conservation Systems, Ltd.)**

A iluminação em edifícios de escritórios conquistou mais um importante aliado na permanente busca da eficiência: o Lightmaster, um sistema de controlo de iluminação, baseado na tecnologia LonWorks, desenvolvido em quatro meses pela ECS – Energy Conservation Systems, Ltd., do Reino Unido. Com o Lightmaster, o utilizador pode criar e controlar uma rede de até 32.000 “pontos de Luz” num edifício. Cada ponto pode ser programado remotamente por meio de um terminal de supervisão ou computador portátil. Os pontos de luz são correlacionados logicamente a dispositivos locais, como interruptores de parede, comandos de infravermelhos activos e detectores de infravermelhos passivos. Mas o Lightmaster não se presta apenas para comandar luzes. Por exemplo quando um detector de infravermelho acusa movimento durante as horas de expediente, ele acende as luzes, mas em horários após o expediente ele pode ser programado para activar um alarme. O sistema permite que mudanças no “layout” dos escritórios possam ser feitas sem as despesas e contratempos que ocorreriam numa instalação convencional para alterações de cablagem.

### **3.5.6.4 Potter Electric Signal Company**

Em 94 anos de existência, a empresa norte-americana Potter Electric Signal Company conquistou projecção pelos seus produtos voltados para o mercado de segurança, em particular segurança anti incêndio. Diferentemente dos sistemas tradicionais de detecção de incêndio, muitas vezes complexos e caros, a Potter lançou, em Maio de 1992, um sistema baseado na solução LonWorks que torna a instalação anti incêndio acessível a orçamentos mais modestos. O novo sistema da Potter utiliza um “Nó” LonWorks em cada ponto de detecção, criando um sistema inteligente, distribuído, que elimina a necessidade de computador central. Cada “Nó” pode tomar decisões independentes, dos próprios sensores e das informações transmitidas pela restante rede. A abordagem “rede” elimina a necessidade da tradicional cablagem ponto-a-ponto, reduzindo significativamente o “caos” das instalações

em novas implementações. Em casos de remodelações, pode-se aproveitar a cablagem de alarme de incêndio existente no edifício, simplificando o trabalho e diminuindo ainda mais os custos. O emprego da tecnologia idealizada pela Echelon permitiu à Potter economizar anos de trabalho e milhares de dólares, considerando o seu ciclo normal de desenvolvimento de produto. A empresa espera obter economias similares em futuros produtos e mostra-se também muito animada com a perspectiva de interoperabilidade do sistema com equipamentos, baseado em LonWorks, que estão em desenvolvimento por outros fabricantes.

#### **3.5.6.5 Kollmargen**

Conhecido fabricante alemão de elevadores, a Kollmargen desenvolveu, com a colaboração da Gesytec, consultor autorizado Echelon, um sistema descentralizado de controlo de elevadores. A novidade abrange uma série de módulos de controlo: um em cada piso do edifício, para responder às chamadas e indicar a posição do elevador. Um para controlar o motor. Diversos módulos na própria cabine – para operar as portas, responder às chamadas e monitorar a posição. Normalmente os elevadores são de controlo central, o que obriga a cablagens extensas, ligados a mostradores detectores e actuadores. Essa maior complexidade torna a instalação, manutenção e conseqüentemente o custo mais elevados. A cablagem é um dos factores que mais influencia o custo, já que para obter o mínimo de falhas é necessária uma equipe altamente qualificada e de dimensão considerável. Com a introdução destes novos sistemas, obtiveram-se controlos sobre os custos de fabrico, de instalação e de manutenção.

#### **3.5.7 Tecnologia EIB (European Installation Bus)**

O EIB é uma tecnologia destinada à automação de edifícios, baseada numa topologia livre e num sistema descentralizado, com inteligência distribuída. Baseia-se no protocolo de comunicação série CSMA/CA.

Sendo um sistema aberto, não dependente de um fornecedor, a oferta de produtos eléctricos e electrónicos usando este protocolo, principalmente na Europa, é muito elevada.

O EIB teve por base como objectivo ser um sistema económico, adaptável a pequenos e grandes edifício e com um “bus” estruturado hierarquicamente.

A instalação do “bus” de dados, projectada com o edifício, é executada como toda a restante cablagem e circuitos, numa topologia em estrela, derivando entre cada dispositivo. Como

opção, pode ser instalado sobre as linhas normais de electricidade (Powernet EIB). Esta solução não é a aconselhável em edifícios novos ou em projecto, sendo somente recomendada para eventuais adaptações em edifícios a recuperar. Esta solução compromete, como visto anteriormente, a velocidade de comunicação global da instalação.

Em cada linha do “bus” podem operar até 64 dispositivos. Podem ser implementadas 12 linhas de dados “dentro” da mesma área de “bus” e podem ser acopladas 15 áreas de “bus” no mesmo acoplador de área.

Assim, no limite, poderíamos controlar 11.520 dispositivos (64x12x15), o que possibilita com este sistemas abordar quer o pequeno edifício que um grande empreendimento de escritórios, ou outro.

Em analogia com a instalação eléctrica de um sistema convencional, cada função e sistema de controlo necessitam de cablagem própria. No EIB, todas as funções de detecção, actuação, controlo, monitorização e sinalização são realizadas através de uma única linha de comunicação.

O protocolo EIB foi criado há mais de dez anos pela associação EIBA – European Installation Bus Association, com sede em Bruxelas, da qual são membros efectivos 98 empresas internacionais. A EIBA está representada em 26 países, entre os quais Portugal.

Em 1999, foi criada a associação KNX – Konnex Association, pela fusão das associações EIBA (European Installation Bus Association), BCI (Batibus Club International) e EHSA (European Home Systems Association). Representa mais de 200 empresas líderes mundiais de electrónica para a automação de edifícios.

## **CAPÍTULO IV EDIFÍCIOS INTELIGENTES**

### **– MODA OU NECESSIDADE**

Como já se disse, a utilização da domótica em imóveis residenciais, tem vindo a crescer. Mas estaremos em presença de uma moda, que passará com o tempo, ou de uma necessidade? Também poderá ser vista como uma comodidade?

Se verificarmos o paralelismo da automação em outras áreas como as televisões, aparelhagens de Hi-Fi, etc. constatamos que o ser humano caminha a passos largos para uma era electrónica e do comando à distância. Quem hoje pretende ter acesso à sua garagem, sem um comando de abertura de porta automática?

#### **4.1 O QUE É UM EDIFÍCIO INTELIGENTE?**

“O Edifício Inteligente tem um desenho arquitectónico e tecnologias avançadas, tudo isto integrado e desenvolvido conjuntamente para permitir ao utilizador viver com mais comodidade segundo as suas necessidades e desejos.

O desenho arquitectónico refere-se à criação de espaços e à organização da casa em planta, num conjunto que permita levar a cabo tanto actividades tradicionais do lar como novas actividades relacionadas com tecnologias digitais. As novas actividades são, por exemplo, trabalho profissional com o PC (tele-trabalho), compras ou homebanking através da Internet, ou jogos on-line com a consola de jogo frente à televisão.” (Díaz, 2002).

É um conceito de edifício que tanto ajuda famílias jovens, cuja principal preocupação é economizar tempo, bem como idosos que se preocupam principalmente com a sua saúde e segurança.

Quando se trata de controlar manual ou automaticamente todos aqueles aparelhos que utilizamos diariamente, como ligar as luzes, climatização, TV, cafeteiras, ar condicionado, sistemas de rega, etc., admitimos o seu funcionamento como nos é apresentado.

Para alguns, um edifício inteligente pode ser tão simples como o controlar algumas luzes e alguns electrodomésticos. Para outros, o mais importante pode ser um tipo de segurança inteligente. O controlo do vídeo e áudio poderá ser outra visão de edifício inteligente.

“Integrar e gerir toda a informação de um edifício segundo os objectivos de uma organização é decisivo para rentabilizá-lo. Poupar energia e gerar conforto através de um controlo rigoroso das condições ambientais são outras vantagens dos Edifícios Inteligentes. Bem-vindo ao mundo da gestão técnica centralizada, onde o limite é a imaginação.” Oliveira (1999).

Um edifício inteligente não é equivalente a um edifício automatizado, nem o é pelo simples facto de ter incorporado em si as mais recentes tecnologias para o efeito. A inteligência de um imóvel deve medir-se pela sua capacidade de resposta às necessidades dos seus utilizadores. Esta poderá ser, em síntese, a definição mais correcta e actual do que é um "edifício inteligente". No entanto, este conceito está claramente associado ao grau de automatização e, dentro desta, às poupanças energéticas. Para a generalidade do mercado, o aparecimento deste conceito de “edifício inteligente” está ligado ao momento em que a energia deixou de ser barata e passou a ter de ser considerada um custo de produção. Hoje em dia, os especialistas referem que, com um sistema de gestão técnica, a redução do consumo energético numa construção do tipo edifício de escritórios ou centros comerciais, por exemplo, pode atingir 20 a 30% (Oliveira, 1999), amortizando o investimento em três anos. Se se cumprir este objectivo, o edifício será de alguma forma "inteligente".

Assim, o edifício inteligente tem um valor tecnológico acrescentado, preparado para se expandir e evoluir de acordo com os utilizadores, mantendo-se flexível e funcional. Este valor tecnológico é constituído por uma arquitectura capaz de integrar sistemas de comunicação (dados, documentos, vozes, imagens), sistemas informáticos e de automatização e controlo (climatização, iluminação, detecção de incêndios, segurança e controlo de acessos). Tudo se traduz, no fundo, numa maior eficácia e produtividade da organização que trabalha neste contexto de sistemas integrados. Todas as vantagens da gestão técnica centralizada são, sobretudo, obtidas em prédios destinados a escritórios, serviços bancários, centros comerciais, centros de decisão ou de congressos, grandes lojas, hospitais, universidades, hotéis, aeroportos, estações ferroviárias e estabelecimentos fabris, entre outros. Estes são os ambientes de onde se podem retirar as maiores vantagens da concepção e realização de uma arquitectura destinada à integração dos sistemas de telecomunicações, de informática, automatização e controlo. De resto, a integração pode ser feita não só a nível de um único edifício mas também distribuída por vários.

Os complexos TagusPark e Arquipark, em Lisboa, são exemplos desta integração, ambos compostos por vários imóveis. No que respeita à habitação individual, ao contrário do tipo de

edificações anteriores, os utilizadores não podem esperar amortizar o investimento na automatização. Têm sim, de avaliar os grandes benefícios ao nível da melhoria da segurança, do conforto e mesmo da economia da energia, ainda que esta não possa ser a principal razão para o investimento.

#### 4.2 O INÍCIO DOS EDIFÍCIOS E ESPAÇOS INTELIGENTES

Nos anos 70, os sistemas AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) foram os primeiros a ser controlados electronicamente nos edifícios. Esse controlo era efectuado por pequenos chips ligados a sensores, que avaliavam as condições de temperatura e despoletavam correcções por parte dos chips.

Estes sistemas funcionavam de forma isolada. Já nos anos 80 aparecerem sistemas de automação de segurança, iluminação e intrusão, integrados de alguma forma entre si.

O primeiro edifício considerado “inteligente” – Lloyds Building [1979/1984], em Londres (Figura 4.1), projectado pela Richard Roger Partnership, sendo responsáveis pela área de engenharia estrutural a Ove Arup & Partners.



Figura 4.1 – Lloyds Building – Londres  
([www.greatbuildings.com](http://www.greatbuildings.com))

Com o mesmo tipo de conceito, estão ainda os edifícios NEC Tower [finais anos 80], nos EUA, construídos pela Nikken Sekkei, o IBM Century Tower [inícios anos 90], construído pela Foster Associates, Lda. e mais recentemente o Turbine Tower Building, construído pela Richard Roger.

#### 4.3 QUAIS OS BENEFÍCIOS DE UM EDIFÍCIO INTELIGENTE?

O edifício inteligente permite economizar energia administrando de forma racional o controlo dos equipamentos, aquecimento e refrigeração.

Um edifício inteligente pode proteger a família e seus bens utilizando sistemas de segurança adequados para protecção contra roubo, assalto e incêndio recorrendo a sofisticados sistemas de vigilância e segurança. Um “local” inteligente pode notificar o proprietário por e-mail, pager ou outro sistema de comunicação se algum evento acontece.

A possibilidade de monitorar o “local” a partir de uma TV ou mesmo da Internet, permite o controlo de pessoas e bens, assim como qualquer movimento ou actividade quando se está ausente. Isto é possível a partir de qualquer parte do mundo, à distância de um simples “clic” num PC.

Os sistemas de áudio e vídeo ambiente permitem desfrutar em qualquer ponto da casa da música ou do vídeo. O “Home Theater” permite ter em casa a qualidade do cinema. Os equipamentos de vídeo e áudio já contam com bons níveis de qualidade, para a obtenção de óptimos efeitos.

Para os utilizadores de idade avançada ou mesmo incapacitados, estes sistemas permitem obter todo o controlo do local na palma da mão, podendo ainda contar com os sistemas de emergência pessoal, solicitando assim a ajuda necessária em caso de acidente.

Resumindo, os principais benefícios podem ser descritos como:

- Conforto, permitindo ao utilizador o controlo de todos os dispositivos por controlo remoto ou Internet, de uma forma automática, programando eventos em vários horários, recorrendo ao *software* para PC, ou outro meio de controlo como o telefone móvel, a partir de qualquer local.

- Segurança, permitindo criar cenários que simulem a presença de pessoas em casa em situações de ausência, controlo de movimento, accionando alarmes, controlo de fugas de gás ou água, etc.
- Economia de energia, já que os equipamentos só se ligam quando solicitados para tal, quer pelo utilizador quer pelos cenários previstos e programados, como por exemplo o aquecimento ou refrigeração.
- Economia de tempo, simplificando tarefas diárias que podem ser executadas de forma automática.
- Economia e modularidade, pois a generalidade dos sistemas são modulares, crescendo de acordo com as necessidades e requisitos dos utilizadores.

## **CAPÍTULO V POTENCIALIDADES DA DOMÓTICA**

### **5.1 SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO**

Sendo um sinónimo de segurança, conforto e economia, o conceito de “Smart House” consiste num sistema integrado que permite, de forma simples, controlar todas as instalações da habitação com um só equipamento, incluindo o aquecimento, ar condicionado, água quente, electrodomésticos, rega do jardim, iluminação, detecção de intrusão, fugas de gás e de água, sonorização, sala de cinema, estores, vigilância, portões e outros automatismos.

Assim, enumeram-se nos pontos seguintes as potenciais funcionalidades de um sistema domótico.

#### **5.1.1 Conforto com utilização racional de energia**

O conforto é relativo a cada indivíduo. No caso presente pode ser interpretado de duas formas. O conforto como a sensação de bem-estar e o conforto proporcionado pelos equipamentos e automatismos que são utilizados. Nestes sistemas, é possível a programação e controlo de aquecimento e climatização em zonas independentes, apresentando funcionalidades como a temporização e sectorização inteligentes, bem como ligar a lareira (a gás), podendo o sistema ser activado a partir de comunicações móveis e/ou Internet ou quando existe movimento na casa.

Também o controlo de água quente sanitária, o comando de electrodomésticos segundo tarifa horária e a aspiração centralizada são outras funcionalidades de conforto. Ao nível do controlo da iluminação, a partir do controlo remoto (ou de comandos fixos), torna-se possível ligar, desligar, variar de intensidade de todas as luzes de casa ou ainda criação de cenários luminosos (configurar a intensidade das várias luzes existentes, de acordo com a situação – receber visitas, ler, ver cinema), tudo à distância de um só toque de comando remoto. Outras possibilidades são as de ligar / desligar luzes por comunicações móveis e/ou Internet, pela detecção de movimento, desligar de forma geral todas as luzes à saída de casa. Numa ligação do conforto com a segurança, existe a possibilidade de ligar de forma automática as luzes, quando os sensores de fogo, fumo ou água são activados, de forma a indicar o corredor de fuga ou ainda de ligar de forma automática as luzes interiores e exteriores, quando detectada intrusão. A temporização de luzes interiores e exteriores e a memorização e repetição de

rotinas diárias, fazem com que o utente se sinta livre para outras tarefas pessoais ou familiares.

Ainda no campo do conforto e qualidade de vida, são exemplos a integração com sistemas de som e imagem ou a programação de rega automática – temporização da rega, detecção, por sensores, da real necessidade de rega, em função da humidade da terra.

O controlo de portas, portões e estores, com possibilidade de definição das horas para automaticamente abrir e fechar estores e cortinas, podendo ser ainda controladas por luminosidade ou comandos de voz. Em qualquer caso referido, normalmente é possível ainda efectuar o controlo à distância, via comunicações móveis e/ou Internet.

Todas estas funcionalidades, controladas pelo SGI (sistema de gestão integrado), permitem que o consumo energético seja minimizado; o comum esquecimento da luz ligada, a rega desnecessária, o aquecimento permanentemente ligado, entre outras, são situações que o SGI, quando devidamente programado, não permite que ocorram.

### **5.1.2 Segurança**

Cada vez mais a preocupação com a segurança é maior, quer ao nível dos indivíduos quer dos bens. Estes sistemas optimizam a utilização da tecnologia, de forma a aumentar a segurança, nomeadamente no que se refere a controlo de acessos, visualização e registo remoto de presença e funções SOS / pânico.

A detecção de incêndio, inundação, fugas de gás e alarmes técnicos, pode causar o corte automático de água, electricidade e gás e respectiva activação de luzes de emergência, em caso de acidente.

Ainda em questão de segurança a simulação de presença, por activação de luzes, movimento de estores e cortinas e som, permite de uma forma automática simular a ocupação da habitação. Quando são detectadas falhas de alimentação de energia, entrada em funcionamento de UPS, que alimentam e fazem funcionar todo o sistema. Todos estes sistemas são passíveis de serem ligados ou desligados via comunicação móvel e/ ou Internet, e mesmo de avisar o proprietário, por exemplo pela activação do simples alarme do congelador.

Existem neste capítulo inúmeros sensores e alarmes, como os magnéticos em portas e janelas, sensores de movimento e barreiras, sirenes interiores e exteriores auto alimentadas, sensores

de detecção de gás, sensores de detecção de água, de fogo e fumo e ainda sensores de infravermelhos, formando circuitos ou áreas de segurança.

Também é possível a criação de redes de câmaras interiores e exteriores, em circuito fechado, com visionamento no circuito TV ou PC, acesso à rede de câmaras, via IP (Internet Protocol) de local externo à habitação e o envio de imagens via GPRS (General Packed Radio Service), para equipamento pré-definido. A comunicação do vídeo porteiro no circuito TV, telefones internos fixos ou móveis, podem, de forma automática e em caso de acidente, accionar eventos para o exterior. Estas são algumas das funcionalidades disponíveis e que demonstram as potencialidades destes sistemas.

### **5.1.3 Sistemas de som multi-room**

Este conceito de distribuição de som pelas várias dependências da habitação, com elevados padrões de qualidade, tem possibilidade de se ligar em função da detecção de presença, ou comandado pelo utilizador. Também neste caso o controlo do Hi-Fi poderá ser efectuado por controlo remoto, via comunicação móvel e/ ou Internet.

### **5.1.4 Multimédia**

Estamos claramente na época da multimédia e não seria de esperar que também nesta área não fossem disponibilizadas funcionalidades. Assim, a visualização e controlo dos sistemas, o acesso à visualização do sistema de CCTV e do vídeo porteiro como vídeo porteiro, distribuição de áudio e vídeo, acesso à rede de TV, por cabo e satélite e a possibilidade de videoconferência é disponibilizado a partir de qualquer TV.

### **5.1.5 Home Cinema**

O “Home Cinema” é mais um conceito novo, que pretende criar o ambiente para a projecção de cinema, como numa sala de espectáculos. A instalação de um sistema centralizado permite, via comando remoto, configurar a sala preparando-a para a projecção, podendo efectuar operações como baixar intensidade da luz, fechar as cortinas, baixar a tela de projecção, baixar o projector do tecto e utilizar sistemas de cinema Dolby digital / DTS / THX.

### 5.1.6 Rede estruturada de comunicações

Um sistema de cablagem estruturado é a base para todas as comunicações, rede informática, acessos quer à Intranet quer à Internet, suporte físico aos telefones distribuídos, intercomunicação, envio de mensagens de alarme ou recepção remota de instruções, vídeo-conferência, telemanutenção, bem como a ligação a sistemas de TV cabo, ADSL, RDIS (3 acessos se para utilização em vídeo conferência) e antenas FM e GSM.

## 5.2 EDIFÍCIOS INTELIGENTES

Depois de toda a descrição dos componentes técnicos e tecnológicos que contribuem para a “inteligência” de um edifício, carece serem dados exemplos concretos de edifícios cuja arquitectura, construção e instalação se podem enquadrar como inteligentes.

### 5.2.1 Tagus Park

A Portugal Telecom e a Tagusparque, S.A., dotaram o Tagus Park (Lisboa) (Figura 5.1) com uma das infra-estruturas de telecomunicações mais avançadas do País. Equipa e interliga todos os edifícios do Centro de Inovação Empresarial e liga o Parque a três centrais digitais públicas próximas, assegurando uma qualidade acrescida por via da redundância das ligações. Esta infra-estrutura possibilita o acesso aos serviços de telecomunicações de voz, dados e imagem (LAN, videoconferência, RDIS/ISDN, ATM), Correio Electrónico e Server Internet, através de uma linha dedicada de alto débito.



Figura 5.1 – Tagus Park

([www.taguspark.pt](http://www.taguspark.pt))

Em cinco anos de actividade, a Tagusparque, S.A. investiu mais de setenta milhões de Euro (catorze milhões de contos) (Tagusparque, S.A., 1997) na construção das modernas infra-estruturas que, hoje, equipam o primeiro Parque de Ciência e Tecnologia Nacional – o Tagus Park.

O Tagus Park está dotado de uma galeria técnica – Infra-estrutura pioneira em Portugal – que percorre toda a área do Tagus Park, numa extensão de cinco quilómetros. Construída como um túnel em forma oval, abriga no seu interior as tubagens e cablagens necessárias para o encaminhamento de energia eléctrica, serviços de telecomunicações, água potável e de rega, bem como o escoamento de esgotos pluviais e domésticos. A rede de gás passa fora da galeria, por razões de segurança. A estrutura desta galeria técnica é uma inovação resultante de um trabalho de investigação português, reconhecido e distinguido nacional e internacionalmente.

Dispõe ainda de uma central técnica única, uma verdadeira fábrica de energia, onde se produz actualmente a água quente e arrefecida que se destina ao condicionamento do ambiente. Produz também energia eléctrica e térmica, através de um processo de cogeração, usando como vector energético o gás natural.

### 5.2.2 Infogrames – Lyon (primeiro edifício denominado Promotelec Europtibat)<sup>1</sup>

A Infogrames (Figura 5.2), empresa editora de software e de jogos para computador, recebeu o prémio de excelência pela sede em Lyon, que combina ganhos energéticos e ecológicos. A complexidade técnica do local traduziu-se em eficácia pela sua simplicidade de utilização.



Figura 5.2 – Infogrames – Lyon ([www.batiactu.com](http://www.batiactu.com))

---

<sup>1</sup> A denominação “Promotelec Europtibat” é atribuída a todos os edifícios que respeitam o referencial “Europtibat”. Para isso, o edifício tem de responder às principais necessidades de técnicos e utilizadores, como sejam a adaptação do edifício à variação das condições de ocupação, satisfação das necessidades dos ocupantes, limitar as cargas de exploração e beneficiar de condições de trabalho optimizadas, dispondo de ambiente térmico e luminoso adaptados. Esta denominação é ainda sinónimo de qualidade, de instalações evolutivas e por uma relação optimizada de preço/qualidade.

Concebido para oitocentos utilizadores permanentes, compreende seis edifícios. O engenheiro responsável pela obra, Sogelym Steiner, concebeu um edifício de escritórios extremamente ágil e flexível. O arquitecto Patrick Leroy, jogou na diferença entre edifícios. No final, os 14.000 m<sup>2</sup> de escritórios estão integrados num espaço verde de 10.000 m<sup>2</sup>.

Todo o edifício está equipado com uma “Gestão Técnica de Edifícios” (GTE) de grande qualidade, com 10.000 pontos, para um investimento de 15,4 Eur por m<sup>2</sup>. Os edifícios estão certificados Lonmark, sendo realizados sob o conceito Europtibat a fim de assegurar uma performance otimizada e uma arquitectura de rede a mais aberta possível.

A “GTE” gere a climatização, a regulação de aquecimento/climatização, a iluminação de 703 zonas, iluminação de seguranças de 7 zonas, a ventilação, a água quente sanitária e a detecção de intrusão. A arquitectura do sistema é aberta ao nível das marcas, para deixar à selecção do utilizador os fornecedores e ao nível do funcionamento o sistema consagra várias actividades que vão desde a iluminação à segurança, permitindo ainda variar as zonas de actividade no próprio *software*, face à flexibilidade do espaço.

Todas estas técnicas não estão reservadas para empresas Hi-Tech. Permitem realmente economizar energia, graças à gestão automatizada e centralizada.

O que também contribui para a economia de energia e de poluição é o sistema de climatização. O Eng. Sogelym Steiner, optou por um sistema eléctrico, proposto pela EDF (Electricidade de França), composto pela produção de calor/frio por bombas “thermofrigo” e a ventilação por centrais de tratamento do ar. A utilização da camada freática para alimentar este sistema, permite uma estimativa de consumo médio anual de 318 kWh/m<sup>2</sup>, ou seja 18 Eur/m<sup>2</sup>. Depois da optimização do sistema, a Infogrames espera reduzir este valor para 200 kWh/m<sup>2</sup>. Em quatro meses de utilização dos edifícios, estes não emitiram mais de 25 toneladas de CO<sub>2</sub>, ou seja, uma quantidade inferior em oito vezes a um sistema alimentado por gás.

Foi a combinação inteligente deste sistema de calor/frio, de ventilação, de optimização de instalação e de flexibilidade dos escritórios que recompensou o edifício da Infogrames com a denominação de “Promotelec Europibat”, nível excelente.

## 5.3 INVESTIGAÇÃO & DESENVOLVIMENTO

### 5.3.1 IBM implementa técnicas pioneiras de redes de dados

A IBM, através da divisão de serviços Smart Community (denominação de divisão interna IBM), implementa técnicas pioneiras de infra-estrutura. Além de acesso dedicado à Internet em banda larga, os condomínios possuem facilidades como Intranet, para administração e integração da comunidade local, câmaras de conforto distribuídas pelo condomínio e a possibilidade de automatizar as casas e as controlar pela Internet.

Uma parceria entre a IBM e a Cisco disponibiliza a solução conhecida como Long Reach Ethernet (LRE). Este serviço possibilita conexão de forma dedicada, 24 horas por dia, sem os altos custos e a linha ocupada dos acessos convencionais.

Uma parceria entre a IBM e a 3M, viabiliza um empreendimento totalmente interligado por rede 100% fibra óptica, que interliga cada uma das residências através de um par de fibras ópticas a uma central no condomínio, que irá proporcionar segurança, comodidade e interactividade doméstica.

### 5.3.2 Microsoft e Samsung na domótica

O gigante da informática Microsoft e a Sul Coreana Samsung Electronics decidiram efectuar uma aliança estratégica no sector da domótica para lançar uma nova gama de produtos no mercado. Na Microsoft, esta divisão vai chamar-se *eHome* e vai desenvolver tecnologias que permitam aos consumidores comandar e controlar as suas casas e equipamentos de forma informática.

“Esta aliança entre a Microsoft e a Samsung Electronics vai permitir o desenvolvimento de uma nova geração de ferramentas domóticas que permitirão aos utilizadores dispor de novos serviços sem lhes complicar a vida. Estamos na era da domótica” declarou Gates (2001).

Por exemplo, a cozinha projectada pela Microsoft poderá “ler receitas” a partir da Internet.

### 5.3.3 Companhias Japonesas criam padrão para “casas inteligentes”

Para fazer com que todos os electrodomésticos das casas do futuro falem a mesma língua tecnológica, quatro empresas japonesas concordaram em criar um padrão comum.

A Toshiba, a Mitsubishi, a Sharp e a Sanyo estão a desenvolver fornos capazes de preparar pratos depois do “download” de receitas da Internet e sistemas de aquecimento central que podem ser ajustados a partir de um telefone celular.

Além de estabelecer ferramentas compatíveis entre si, o sistema deverá ajudar a diminuir os custos com o desenvolvimento das tecnologias.

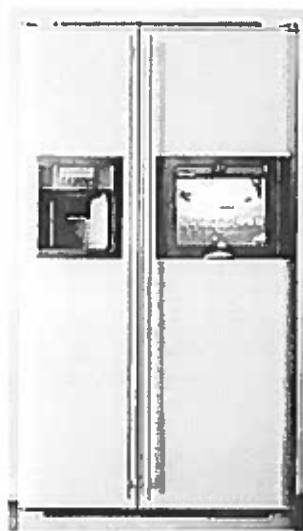


Figura 5.3 – Frigorífico inteligente

([www.folha.br](http://www.folha.br))

Estas empresas estão a chamar aos sistemas “iReady”, uma espécie de abreviatura para as expressões em inglês “Internet ready” (pronto para a Internet) ou “I am ready” (eu estou pronto).

Já existem disponíveis no Japão outras ferramentas domésticas que utilizam a Internet, não pertencentes no entanto ao protocolo “iReady”, que, apesar de tudo, não se têm tornado populares no mercado, provavelmente por não serem consideradas “*standard*” ou mesmo pela falta de definição do que é o “*standard*”.

## CAPÍTULO VI CIDADES SUSTENTÁVEIS

### 6.1 A CIDADE E AS CASAS

Como afirma Díaz, (2002) “O Edifício Inteligente tem um desenho arquitectónico e tecnologias avançadas (...)”.

Se assim for entendido, não é só a colocação de tecnologia dos edifícios, que vai fazer com que se viva melhor. Desde o modo como se “desenha” a cidade, como se “desenham” as casas e como estas se adaptam ao local onde estão inseridas é que é importante.

As cidades são um fenómeno de criação ao longo do tempo e como tal tem um ritmo de desenvolvimento próprio. Existe sempre a possibilidade de se intervir de forma qualificadora neste processo de evolução, ajustando a direcção do crescimento das cidades. Na Europa, já há muito tempo que se discute o fenómeno da evolução da cidade, por isso já existem algumas conclusões que são contraditórias com a imagem de cidade ideal que ainda existe em Portugal.

Uma cidade sustentável pode caracterizar-se pela existência de infra-estruturas e edifícios adaptados às exigências da sociedade contemporânea. O equilíbrio e a diversidade dos usos também favorece o funcionamento sustentável à escala da vizinhança urbana, ou seja, melhor é a qualidade de vida quanto menor for a necessidade e tempo dispendido em transportes e deslocações.

Outra área que tem vindo a evoluir, com recurso a sistemas de domótica, é a do consumo de energia e da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. O impacto dos edifícios sobre a saúde e a qualidade de vida pode ser ainda mais positivo, se se aplicarem as melhores tecnologias disponíveis para tornar os edifícios mais confortáveis, seguros e “amigos” do ambiente.

Neste âmbito, aplicam-se nomeadamente a orientação dos edifícios, preferencialmente a sul, para que sejam menos consumidores de energia no Inverno, recorrendo à energia do sol, ao sombreamento e à ventilação natural, no Verão, bem como a salvaguarda de distâncias entre volumes edificados, por forma a que não projectem sombras sobre alçados a Sul.

Para o caso de Portugal, sendo um clima mediterrânico, as temperaturas médias anuais exteriores coincidem com as que consideramos confortáveis no interior dos edifícios, porque razão se vive em casas mais desconfortáveis que o próprio clima?

Na realidade, a pouca preocupação demonstrada provavelmente já nos planos directores das cidades, depois no modo de projectar, a ânsia de margens de lucro cada vez maiores por parte dos promotores e construtores são factores que levam a uma visão de curto termo da questão quer ambiental, quer social e energética, passando claramente estes ónus para o utente final.

A revisão do Plano Director do Porto (Rio, 2003) é um momento crucial para o futuro da cidade. É no PDM (Plano Director Municipal) que a cidade é delineada, em matérias tão importantes como o urbanismo, a mobilidade ou o ambiente.

A realização de um novo PDM é uma ocasião única para a mobilização dos cidadãos, actores urbanos, sociedade civil e instituições, para a definição das opções estratégicas para a cidade (Figueiredo, 2003).

## 6.2 CRISE ENERGÉTICA

A gestão da energia passa pela melhoria do rendimento dos equipamentos e pelo não desperdício da mesma, quer seja em sistemas de iluminação quer de aquecimento ou refrigeração.

A refrigeração ou aquecimento naturais tem como objectivo fundamental conseguir o arrefecimento ou aquecimento de um local, actuando sobre o próprio desenho arquitectónico do edifício, o que logo à partida é uma economia de energia e financeira importantes.

A refrigeração e o aquecimento passivos dependem do clima e das diferenças térmicas entre as estações. O clima mediterrânico caracteriza-se por pequenas variações entre o Inverno e o Verão, o que requer um duplo “desenho” arquitectónico, que combine sistemas de captação solar com sistemas de refrigeração, obtendo um comportamento térmico idêntico todo o ano.

Por outro lado a iluminação pode também ser cuidada, de forma a incluir uma iluminação natural, reduzindo o consumo energético da iluminação artificial e criando um maior conforto.

Para fazer um bom uso da luz natural dentro dos edificios, todos os espaços habitáveis devem ter luz directa em função da actividade que se vai realizar nesse espaço, tendo o devido cuidado com os possíveis sobreaquecimentos devidos às aberturas ou aos excessos de luz, o que obrigaria a recorrer a sombreadores e possivelmente utilização de luz artificial em pleno dia.

A crise energética começa a ser uma preocupação mundial, refira-se o caso do “apagão” nos EUA, quer por não existir energia suficiente e o consumo ser cada vez maior, quer por esta ser o “motor” do crescimento económico e social. As maiores economias do mundo são grandes importadoras de combustíveis, como carvão, gás e petróleo, quer para gerar electricidade quer para outros fins. O recurso ao nuclear tem sido uma saída para a produção de electricidade. No entanto é conhecida a posição dos ambientalistas sobre o assunto, assim como não podem ser de todo ignorados os riscos de contaminação. Estes factores, de forma directa ou indirecta, têm influência na qualidade de vida das pessoas. A França, por exemplo, produz cerca de 80% da sua energia em centrais nucleares, permitindo-lhe assim ser um exportador de electricidade.

As fontes tradicionais de energia, como o carvão mineral e o petróleo não são fontes inesgotáveis e são responsáveis por uma grande parte da poluição. O gás natural tem vindo a ser cada vez mais utilizado, quer para produção de electricidade quer para outros fins, sendo as reservas deste combustível fóssil abundantes. As hidroeléctricas, que produzem muita da electricidade consumida, têm como vantagens serem fontes renováveis, não poluentes e baratas. No entanto, há que ter em conta o elevado investimento inicial de construção e a incerteza climática. Por fim, a energia nuclear. A matéria prima é abundante e de um prisma directo não é poluente. Exige grandes investimentos de construção e produz lixo radioactivo, que não deixa de ser um factor altamente poluente.

Nas novas fontes de energia, enquadram-se a energia eólica, geotérmica, solar e biomassa. As três primeiras não poluentes e a última, dependendo do modo como é utilizada, pode ser bastante poluente. A eólica, tem sido a de maior crescimento, ainda que sujeita ao clima. A geotérmica (exemplo dos Açores) não terá expressão significativa, dada a sua viabilidade ser localizada. A solar, aparentemente a fonte mais inesgotável e não poluente, tem custos de instalação algo elevados e só será rentável em pequena escala. A dependência do sol, implica a sua utilização basicamente em áreas bastante ensolaradas.

Assim, parece que o modo para conservar a energia e as suas fontes, passa pela eficiência do consumo e pela implementação de técnicas e tecnologias, onde tudo e todos contribuem de forma eficaz nessa potencial redução de consumo.

Neste enquadramento, a domótica pretende ser um facilitador das tarefas de poupança, gerindo a eficiência como se efectua o consumo. De modo idêntico, mas com uma preocupação que nasce logo na origem do edifício, é a arquitectura bioclimática.

## CAPÍTULO VII ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

### 7.1 A ABORDAGEM

Cada clima tem as suas particularidades e podem existir soluções para os diversos problemas. As soluções são por vezes usadas desde há séculos e no entanto a humanidade aprendeu pouco com os seus antepassados. A destruição das habitações tradicionais de cada região leva consigo a experiência e o saber acumulado ao longo de séculos, se não milénios.

O diagrama psicrométrico (Figura 7.1) para uma determinada zona, fornece a primeira indicação sobre a estratégia a tomar para um determinado clima. As abcissas e ordenadas deste diagrama representam respectivamente a temperatura seca e a humidade absoluta do ar. Nela se representam também curvas de humidade relativa constante, temperatura húmida e entalpia. O registo das ocorrências do estado do ar num determinado local (valores extremos e/ou médios) dá uma ideia do tipo de clima que se trata. A mancha “shade confort” (mais escura) corresponde à zona de conforto humano, em que a arquitectura não necessita de cuidados especiais. Para um determinado local, será possível determinar as outras áreas, determinando assim o tipo de acção que deve ser particularmente tratado, seja por via da arquitectura ou em casos mais extremos com recurso a tecnologia.

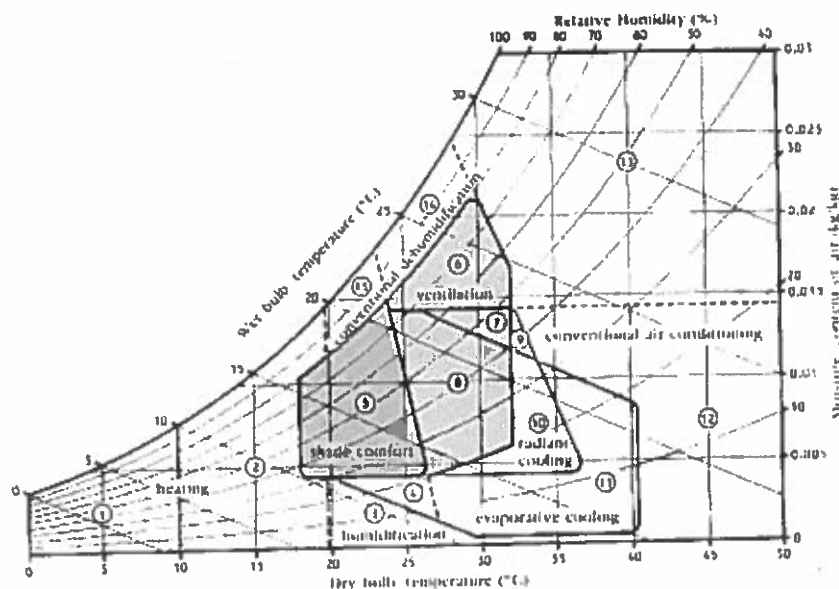


Figura 7.1 – Diagrama Psicométrico

(www.spes.pt)

É a este aproveitamento das condições climatéricas e dos recursos naturais existentes, em especial da energia solar – com o intuito de economizar energia – que se designa por arquitectura bioclimática ou solar passiva.

A introdução deste tema conjuntamente com a domótica – altamente utilizador de recursos tecnológicos – pode parecer desajustado. No entanto, se verificarmos que o fundo da questão é a economia de energia e o conforto humano, verificamos como podem ser paralelos ou mesmo complementares.

Efectivamente, é sempre possível tornar um edifício confortável com recurso a meios mecânicos que utilizam processos consumidores de energias convencionais. Porém, o objectivo da arquitectura bioclimática é conseguir esse mesmo conforto através de um desenho dos edifícios, de uma escolha de materiais e de uma utilização de sistemas em que se utilizam processos naturais, minimizando portanto a utilização de outros sistemas com recurso a meios mecânicos que implicam elevados consumos de energias poluentes. Esta opção tem evidentes benefícios para o ambiente e para a qualidade de vida dos utentes dos edifícios que passarão a ter acesso ao conforto de forma menos onerosa.

## 7.2 ESTRATÉGIA BIOCLIMÁTICA

O desenho solar passivo poderá começar por uma criteriosa escolha da implantação e da orientação do edifício. Depois durante o estudo da forma poderão ser concebidas soluções que promovam uma melhor adaptação ao clima que outras. Também na escolha dos materiais a utilizar e nas soluções construtivas da envolvente poderão existir inúmeras questões, como por exemplo, a massa térmica para o armazenamento e distribuição de calor, o dimensionamento adequado dos vãos envidraçados e, desta forma promover o controle da incidência de radiação solar, circulação de ar e ainda promover o arrefecimento do ar, sempre que seja benéfico para um bom desempenho energético do edifício.

Este tipo de procedimentos designa-se vulgarmente por estratégias bioclimáticas uma vez que se trata de um conjunto de regras ou medidas de carácter geral que influenciam a forma e a construção, mas que não se podem considerar propriamente como uma forma determinada ou como um tipo de construção. As estratégias a adoptar num determinado edifício ou projecto deverão ser seleccionadas tendo em conta a especificidade climática do local, função do edifício e conseqüentemente, modo de ocupação e operação do mesmo. Associa-se normalmente a arquitectura bioclimática às vivendas (Figura 7.2).



**Figura 7.2 – Vivenda bioclimática**

([www.alisolar.com](http://www.alisolar.com))



**Figura 7.3 – Vivenda em construção**

(Flam, Noruega, 2004)

A construção em harmonia com o clima é uma preocupação e até uma necessidade em alguns países. Na Noruega, por exemplo (Figura 7.3), as habitações fora dos grandes centros

respeitam este conceito, sendo raros os casos de técnicas construtivas que não recorrem à madeira como revestimento exterior.

No entanto, também é possível implementar esta estratégia junto de grandes edifício, como os desenhados pelo arquitecto Ken Yeang<sup>2</sup>, de que são exemplos os edifícios Menara Boustead, IBM Plaza, Plaza Atrium, Menara Mesiniaga, BP Tower, Penggiran Apartment Towers No.1 e Tokyo-Nara Tower.

O IBM Plaza, em Kuala Lumpur (Malaysia) (Figuras 7.4 e 7.5), é um exemplo de arquitectura bioclimática.

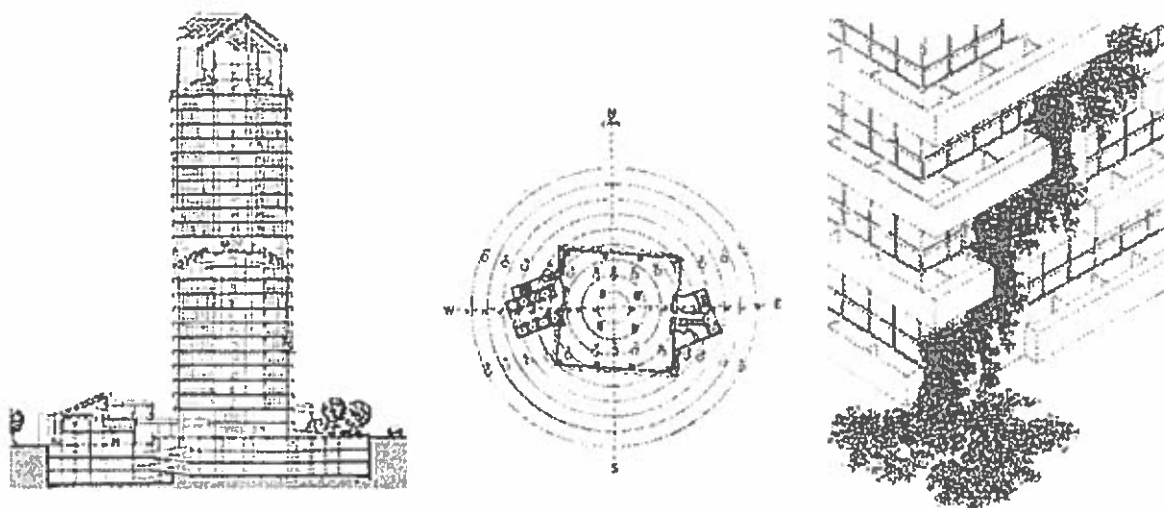


Figura 7.4 – IBM Plaza – Corte, orientação solar e pormenor

([www.elipsis.com/yeang/project](http://www.elipsis.com/yeang/project))

Segundo Ken Yeang, “The energy equation” (a questão energética) é a grande questão que se coloca na economia global dos nossos dias. A necessidade dos projectos serem sustentáveis no futuro, torna-se numa evidência imperativa. Ainda que os princípios bioclimáticos estejam

---

<sup>2</sup> Ken Yeang é um arquitecto empenhado no desenvolvimento económico do sul da Ásia. As construções e projectos do seu gabinete, T R Hamzah & Yeang Sdn Bhd, sedado em Kuala Lumpur, inserem-se num programa de desenho e pesquisa ligados à arquitectura bioclimática de arranha-céus.

relativamente avançados para os casos de edifícios baixos, têm de ser adequados aos edifícios altos.

Olhando para a economia de hoje, tem de existir preocupação com a energia, como um recurso escasso. A necessidade dos arquitectos e engenheiros projectarem de forma a assegurar um futuro sustentável, parece ser uma evidência. Um projecto energético eficiente transforma um projecto de arquitectura de uma simples obra de arte criativa para uma ciência eficaz. Assim, a teoria sobre o projecto de edifícios poderá tornar-se algo que deriva da própria necessidade de economia de energia.

A base racional para a construção de edifícios bioclimáticos, é a questão económica, dos impactos com os utilizadores e claro uma questão ecológica, pela redução global do consumo de energia, geralmente produzida por queima, com consequente emissão de poluição.

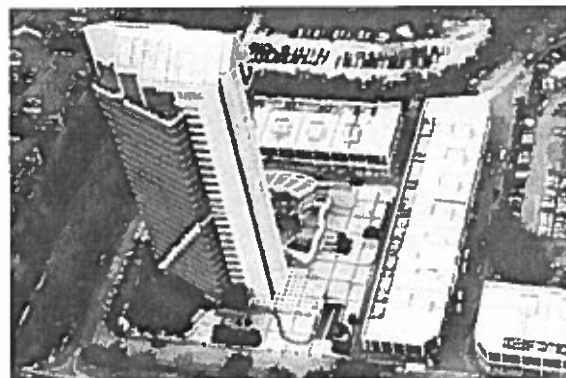


Figura 7.5 – IBM Plaza – Kuala Lumpur – Malaysia

([www.elipsis/yeang/projects](http://www.elipsis/yeang/projects))

O IBM Plaza (Figura 7.5), deveria obedecer a um desenho que reflectisse a natureza evolutiva da companhia IBM. O edifício é constituído por uma torre de 24 andares para escritórios. Edifica-se numa praça, rodeada por zona pedonal com diversas lojas comerciais.

### 7.3 UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES PASSIVOS EM EDIFÍCIOS

Quando se fala em sistemas solares passivos pretende-se identificar certos dispositivos construtivos bem concretos e definidos cujo desempenho é conhecido. Uma classificação dos

sistemas pode ser feita segundo as estações a que se destinam (de Inverno ou estação Aquecimento e de Verão ou estação de Arrefecimento). Assim teremos:

- **Sistemas de Aquecimento Passivo:**

- Ganho directo
- Ganho indirecto ou desfasado – Parede de trombe, Parede massiva, Colunas de água
- Ganho isolado – Espaço estufa ou Colector de ar

- **Sistemas de Arrefecimento Passivo:**

- Ventilação
- Arrefecimento evaporativo
- Arrefecimento por radiação
- Arrefecimento pelo solo

Em Portugal, apesar das exigências de conforto e dos materiais e técnicas construtivas serem diferentes dos de hoje (Figura 7.6), a arquitectura popular fornece bons exemplos de adaptação da arquitectura ao clima. Estes edifícios construídos com base em conhecimentos empíricos, sedimentados ao longo de muitos anos pelos seus construtores, apresentam sempre importantes traços de adaptação ao clima, apesar dos escassos materiais e tecnologias então disponíveis.

Os principais factores a ter em conta, são a altitude (a temperatura atmosférica diminui entre 0,5° C e 1° C, por cada 100 metros), a distância ao mar (o mar funciona como um regulador térmico, elevando o nível de humidade e criando regimes especiais de ventos, como as brisas marítima ou terrestre), orografia (os locais mais elevados estão mais ventilados, recebem mais radiação solar e têm menos humidade do que vales e depressões), proximidade de vegetação (atenua a acção do vento, actua como regulador térmico, como filtro de poeiras, de ruído e de substâncias contaminantes) e a inserção urbana (presença de microclimas com aumento de temperatura, contaminação, poluição e obstrução solar por construções vizinhas).

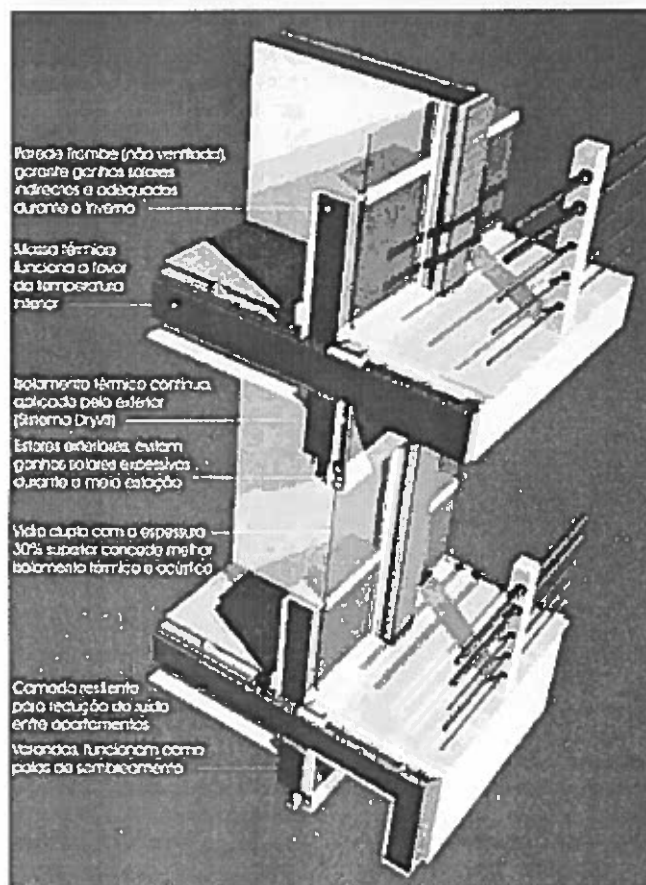


Figura 7.6 – Componentes Bioclimáticos

([http://Ulisses.em\\_lisboa.pt/data/002/003/001](http://Ulisses.em_lisboa.pt/data/002/003/001))

A forma do edifício intervém de modo directo no aproveitamento climático, pelos seus elementos básicos – a superfície e o volume.

A superfície, pelos intercâmbios de calor entre interior e exterior do edifício. Quanto maior é a superfície maior é a capacidade de intercâmbio.

O volume, pela capacidade de armazenar energia. Quanto maior é o volume, maior é a capacidade de armazenamento de energia.

Uma forma de quantificar a relação entre a forma de um edifício e a sua capacidade de intercambiar calor com o exterior é o “coeficiente de forma”, relação entre a superfície e o volume do edifício. Em climas frios convém que este factor seja pequeno (entre 0,5 e 0,8). Para climas quentes convém, pelo contrário, ser grande (superior a 1,2).

Outro aspecto que intervém no mecanismo de intercâmbio energético entre o edifício e o exterior é a cor da fachada. As cores claras facilitam a reflexão da luz natural e como tal

ajudam a repelir o calor da insolação. Pelo contrário, as cores escuras facilitam a captação do calor solar.

A orientação determina a exposição do edifício ao sol e ao vento. A orientação sul de um edifício é a mais favorável para os climas como o de Portugal.

Para preservar as condições interiores independentemente das do exterior, há que recorrer a isolamentos térmicos. Uma forma de o conseguir é diminuindo o intercâmbio de calor entre interior e exterior, para que as paredes exerçam uma função de isolantes térmicos, quer pela grossura do material, pelas condições de estanquicidade e comportamento e dimensões dos vãos envidraçados e pelas propriedades termofísicas dos materiais utilizados.

Combinando um bom desenho e sistemas de iluminação naturais com os modos de aproveitar o calor solar e as possibilidades reguladoras de muitos dos materiais utilizados e isolando devidamente todos os locais, conseguir-se-á, com incorporação de painéis solares, ser quase energeticamente autónomo, garantindo assim o conforto procurado.

#### **7.4 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

Se está cada vez mais próximo o dia em que nos vamos deslocar nas cidades em carros movidos a energia eléctrica, com emissões de CO<sub>2</sub> muito reduzidas, porque continuamos a construir edifícios de forma obsoleta?

Neste milénio, o tema ecologia já não é apenas uma moda e, questões como a camada de ozono, o sobreaquecimento do planeta, a poluição sonora, a preservação de recursos essenciais como o ar e a água, são dos maiores desafios que se colocam ao homem. Qual é então o papel do urbanismo nessa viragem de atitude?

Comentando o caso da cidade do Porto, Figueiredo (2003, p.5), diz que “(...) a cidade na sua periferia foi ocupada por urbanizações de grande densidade e volumetrias exageradas, geralmente com medíocres arquitecturas de periferia, sobrecarregando as infra-estruturas de circulação, destruindo os valores ambientais e sociais em nome do crescimento, sendo que este é muitas vezes o contrário de qualidade de vida.”.

É obrigação de urbanistas, arquitectos, engenheiros e construtores, preocuparem-se com o sector. Há que existir a consciência de que a generalidade dos edifícios são uma das causas das disfunções ambientais sentidas no planeta. Se é possível conceber edifícios que utilizem a

energia renovável do sol, não poluente e gratuita, porque continuamos a desperdiçar essa fonte inesgotável? As construções devem ponderar as necessidades habitacionais, o impacto (social, infra-estrutural, económico, ambiental ou estético) dos novos edifícios e do valor acrescentado que possam trazer (Rio, 2003).

A opção pela arquitectura bioclimática e pela aplicação de tecnologias solares passivas, proporciona-nos o conforto desejado durante todo o ano, com uma redução de 80% (Boletim Lisboa Urbanismo, 1998) do consumo de energias convencionais e poluentes.

Um edifício bioclimático é um edifício com uma envolvente correcta, ou seja, é um edifício que consegue garantir no seu interior, o melhor que o clima lhe oferece no exterior. Esta envolvente tem características que comportam alguns custos adicionais, quando comparados com edifícios que têm menos isolamento térmico, que não têm vidro duplo, ou que não têm estores exteriores, por exemplo. Mas os sobre-custos são mínimos enquanto as vantagens são imensas, seja no que respeita à redução do consumo de energia, seja no conforto térmico em si.



Figura 7.7 – Jade – Nafarros (vistas exterior e interiores)

([http://Ulisses.cm\\_lisboa.pt/data/002/003/001](http://Ulisses.cm_lisboa.pt/data/002/003/001))

O primeiro empreendimento bioclimático da TNUL (T. Nunes Urbanismo, Lda.) foi Jade (Figura 7.7), um condomínio com 6 casas em Nafarros (Sintra / Lisboa). Logo de seguida, dado o sucesso do primeiro, avançou para o empreendimento Quinta Verde, também em Nafarros. Este empreendimento com 90 casas de 10 tipologias diferentes foi apoiado pelo

programa THERMIE'93<sup>3</sup> e foi um êxito de vendas, o que significa haver mercado para adquirir este tipo de casas, a preços de mercado.



Figura 7.8 – Torre Verde

([http://Ulisses.cm\\_lisboa.pt/data/002/003/001](http://Ulisses.cm_lisboa.pt/data/002/003/001))

O grande desafio surgiu com a construção da Torre Verde (Figura 7.8), na zona de intervenção da EXPO'98, uma prova de que o bioclimático também funciona em edifícios de maior dimensão e em contextos urbanos de maior densidade. A Torre Verde tem 12 pisos e 41 apartamentos.

Então, que falta, em Portugal, para se conseguir aumentar a aplicação destas tecnologias no mercado? Parecem ser a qualidade e a divulgação as chaves da questão, sendo necessário convencer os promotores a investir nessa qualidade, já que os compradores estarão abertos e até a virão a exigir nas casas que adquiram.

## 7.5 IMPACTO DA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Os edifícios têm um enorme impacto sobre a saúde e a qualidade de vida das pessoas que os habitam, sobre o equilíbrio do lugar onde estão implantados e ainda sobre os recursos naturais que a todos pertencem.

As tecnologias que permitem aos edifícios ser menos consumidores de energia, mais confortáveis e mais amigos do ambiente já estão disponíveis no nosso país, mas ainda não estão suficientemente divulgadas, embora já seja sobejamente conhecido que é do diálogo com o clima e da adaptação das tecnologias correctas às situações específicas que nasce a construção de edifícios mais amigos do ambiente.

---

<sup>3</sup> Thermie'93 – Programa para promoção das tecnologias energéticas na Europa.

No clima mediterrânico é possível construir casas ainda mais confortáveis do que o próprio clima, mantendo no seu interior temperaturas entre os 18°C e os 26°C, recorrendo apenas muito pontualmente às energias convencionais, desde que se apliquem as tecnologias solares passivas.

Estas tecnologias solares passivas são uma ferramenta "invisível", porque a sua aplicação não determina a forma, a estética nem o espaço de um edifício. Para um edifício ser energeticamente eficaz, não é determinante se as janelas são redondas ou rectangulares, ou se as fachadas são diversificadas ou repetitivas. São medidas como a correcta orientação solar, dimensionamento de áreas envidraçadas adequadas à orientação, correcto isolamento térmico, sombreamento adequado e a ventilação natural correcta, que têm de preocupar a equipa de projecto.

É verdade que a quantidade de informação que hoje em dia tem de ser equacionada na elaboração do projecto de um edifício, já não pode ser abrangida por um único especialista. Não cabe ao arquitecto ser o especialista para todas as áreas que o projecto exige, mas a sua tarefa é sem dúvida a de criar o contexto mais favorável para obter o melhor contributo de todos os especialistas envolvidos no projecto.

A construção de um edifício bioclimático implica uma qualidade da envolvente superior à dos edifícios convencionais mas também resulta numa redução considerável do consumo de energia que, para efeitos do conforto térmico, como já referido, cifrar-se entre 80% e 90%. Cientificamente é possível quantificar as características que distinguem uma casa bioclimática de qualquer outra casa convencional. Mas logo a partir do momento em que se entra numa casa bioclimática, também é possível observar as diferenças "sensitivamente".

Nunca falta ar fresco numa casa bioclimática. Não há cheiro a humidade nem a mofo, porque não há humidade dentro de casa. O isolamento térmico aplicado de forma contínua pelo exterior do edifício e as janelas basculantes que permitem ventilar mesmo quando estamos fora de casa, previnem a formação de condensações que são a causa do desenvolvimento de fungos e do familiar cheiro a mofo.

Além da vista para o exterior que os edifícios bioclimáticos tentam sempre privilegiar, existe uma luminosidade abundante mas não agressiva, porque as janelas são grandes e têm em consideração a orientação solar. Têm também estores exteriores que permitem o controle da

qualidade da luz que entra, além de excluirmos os ganhos solares excessivos e assim também o calor quando este não é desejado.

Não se ouvem ruídos provenientes do exterior nem das casas vizinhas. O cuidado em aplicar vidros mais espessos e duplos em todas as janelas, a aplicação de isolamento acústico nas paredes e pavimentos entre os apartamentos, permite aos moradores das casas bioclimáticas só terem o som que desejam dentro de casa.

Por estas razões, os habitantes de edifícios bioclimáticos são normalmente mais tolerantes às variações de temperatura do que os utilizadores de edifícios cujo conforto é conseguido mais artificialmente. Ao entrar numa casa bioclimática sente-se sempre uma temperatura estável e confortável e um equilíbrio positivo entre humidade e calor. Se no exterior está frio, no interior da casa está mais quente, se no exterior está calor, no interior está mais fresco. Este conforto é conseguido de forma natural, porque a casa funciona sempre em diálogo com o clima – no Inverno, capta os raios solares, no Verão não lhes facilita a entrada. Através do isolamento térmico, mantém as temperaturas estáveis no seu interior durante todo o ano.

A arquitectura bioclimática na realidade não se vê. Por isso, à primeira vista, é provável que não se distinga um edifício bioclimático de qualquer outro. Este facto, permite ao arquitecto, independentemente de aplicar ou não estas tecnologias, ser original na sua expressão artística. Estas ferramentas, assimiladas pelo arquitecto através de uma prática de anos, só podem trazer contributos positivos ao bem estar dos utilizadores dos edifícios bioclimáticos e por consequência a todo o planeta.

É verdade que quem vive ou trabalha num edifício bioclimático procura viver ou trabalhar sempre em edifícios bioclimáticos em detrimento de edifícios convencionais, cujo conforto quando existe, é conseguido por via artificial com custos individuais e colectivos. Vale a pena usar todas estas ferramentas, integrando-as nas práticas de trabalho, criando obras politicamente correctas sem prejuízo da sua originalidade estética e oferecendo a todos os utilizadores melhor qualidade sem prejudicar o ambiente.

## CAPÍTULO VIII EDIFÍCIOS INTELIGENTES

### – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação dos “edifícios inteligentes” deve ser efectuada de forma abrangente, nomeadamente:

- Quanto aos materiais e elementos construtivos;
- Quanto às técnicas de construção;
- Quanto aos sistemas de que dispõe, por forma a ampliar o conforto do seu utilizador;

por forma a responder aos conceitos de “inteligente” ou seja, “O edifício inteligente é aquele que conjuga de forma racional e económica os recursos técnicos e tecnológicos disponíveis de forma a proporcionar um meio ideal ao desenvolvimento da actividade humana.” Frazatto (2001).

O método de avaliação deve ser simples (utilizado de forma universal), objectivo (dependendo o mínimo possível de considerações subjectivas, como qualidade e conceitos de aplicação de sistemas), evolutivo (estruturado de forma que os critérios possam ser revistos, por forma a serem enquadrados na realidade).

Os quesitos de avaliação podem ser divididos em segurança, conforto, comunicação, fiabilidade, gestão, flexibilidade, economia e harmonia. Estes ainda se podem subdividir em “serviços”, que serão pontuados e calculados com base num “peso” relativo:

- Segurança – Factor indispensável para que possam ser desenvolvidas actividades humanas no interior do edifício.

Incêndio, Intrusão, Saúde e Outros;

- Conforto – O conforto é sempre um conceito relativo a cada ocupante.

Iluminação, Climatização, Acústico, Psicológico, Transporte e Outro;

- Comunicação – É um quesito que distingue a edificação moderna.

Vocal, Escrita, Dados, Imagens, Transporte de documentos e Outros;

– Fiabilidade – A confiança que se deposita nos sistemas do edifício, que asseguram a possibilidade de os utilizar sem perda de tempo e/ou conforto. Complementa os outros quesitos.

Energia, Fluidos, Transporte, Imagens e Comunicação;

– Gestão – A multiplicidade de serviços oferecidos pelos sistemas modernos, resultou numa gestão complexa. O automatismo é oferecido pela integração de sistemas informáticos.

Técnico e Administrativo;

– Flexibilidade – A possibilidade de mudar e evoluir é uma característica actual. Estima-se que em médias as grandes empresas mudem de “lay-out” (disposição) em cada 8 meses.

Modularidade, Infra-estrutura configurável e Acessibilidade;

– Economia – A economia deve ser avaliada na relação entre o investimento e a utilização dos recursos disponibilizados.

Desperdícios e Racionalização;

– Harmonia Ambiental – Ainda que não seja um quesito directamente relacionado com benefício para o utilizador, deve ser considerado dada a importância em preservar ou melhorar as condições do meio urbano.

Condições ambientais externas.

Em conclusão, existe a necessidade de avaliação e certificação de edifícios e/ou empreendimentos.

Por exemplo, em França, um organismo capaz de efectuar este tipo de certificação, com metodologia própria e certificada, é a Qualitel<sup>4</sup>.

Os principais componentes do Método Qualitel, de uma forma genérica e do modo como esta associação os apresenta, são o abastecimento de água / peças sanitárias (aproveitar o conforto

---

<sup>4</sup> Qualitel – 136, bd Saint Germain – Paris – France

sanitário de acordo com as necessidades), a electricidade (conectar facilmente equipamentos, numa distribuição coerente), acústica (viver num ambiente calmo, protegido dos ruídos internos e externos), térmico (sentir-se bem no Verão (e no Inverno) a custos baixos) e finalmente o custo (viver numa habitação económica em custos de energia).

A Qualitel, nos edifícios que certifica, garante que, face aos sistemas e soluções instalados, em condições normais, existirá uma efectiva poupança de energia.

## CAPÍTULO IX CUSTO, SITUAÇÃO EM PORTUGAL E RETORNO DO INVESTIMENTO

### 9.1 QUANTO CUSTA UMA CASA INTELIGENTE?

O investimento, como na maioria dos bens, depende da solução, equipamento e utilização que se pretende. O mercado (Figura 9.1) oferece alternativas variadas desde as mais acessíveis às mais onerosas, só ao alcance de grandes empreendimentos.

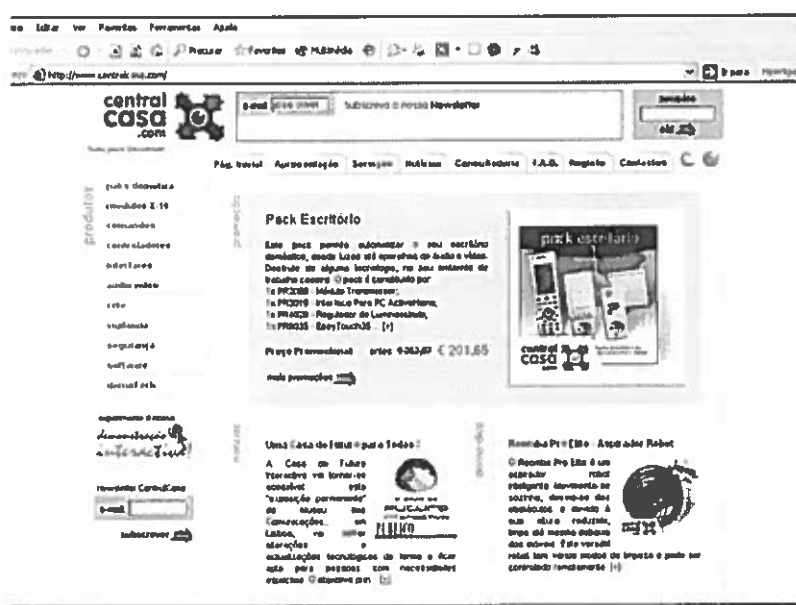


Figura 9.1 – Oferta de produtos X-10 em Portugal

(www.centralcasa.com)

Como foi dito antes para o caso dos edifícios bioclimáticos, também os sobre-custos inerentes a esta solução não são significativos, enquanto que as vantagens que daí advêm são elevadas, retornando o investimento quer pela redução do consumo de energia quer pelo conforto térmico que a solução implementa.

A título de exemplo, uma solução domótica para uma residência, composta de Sistema de tele-porteiro, Circuito fechado TV/CCTV, Controlo de iluminação de jardim, Sistemas de segurança (alarmes de intrusão, incêndio, gás, inundação e cofre pessoal), Controlo de iluminação interior, Estores motorizados, Aspiração central, Triturador de resíduos orgânicos, Som distribuído, Sonorização da sala, Sistema integrado de telecomunicações, comandos de rádio-frequência e cablagens necessárias, pode significar um investimento, a preços actuais, de cerca de 32.500 € antes de IVA.

## 9.2 O “NEGÓCIO” DA DOMÓTICA EM PORTUGAL

O negócio da gestão técnica centralizada, em Portugal, vale cerca de vinte milhões de Euro (Oliveira, 1999). Segundo os empresários do sector, as perspectivas são de crescimento contínuo, apesar de os indicadores disponíveis no INE (Instituto Nacional de Estatística) sobre a construção civil indicarem que o número de obras novas é cada vez mais moderado (Diminuição de 6,7% do volume de trabalho entre Fev.2003 e Fev.2004).

Para além de os portugueses estarem cada vez mais confiantes nas novas tecnologias, o mercado também já se apercebeu das vantagens que a gestão técnica centralizada traz na utilização dos imóveis, sejam eles centros comerciais, hotéis, hospitais ou edifícios de escritórios, entre outros.

As principais empresas que controlam este mercado, ainda recente, no nosso país, são a Microprocessador – Sistemas Digitais (Efacec), Landis & Staefa (Siemens), Contimetra (Johnson Control), Domótica, ABB e Digital.

## 9.3 RETORNO DO INVESTIMENTO

Como se referiu anteriormente, em construções de dimensão significativa, como Centros Comerciais, Hospitais, Centros de Escritórios, etc., se os sistemas de gestão (domóticos) proporcionarem uma redução no consumo de energia entre 20% a 30% (Oliveira, 1999), amortizando o investimento inicial em 3 anos, poder-se-á considerar que o ROI (retorno do investimento) é perfeitamente atingido, mesmo não entrando em linha de conta com factores subjectivos e paralelos, como conforto ou segurança.

Para os casos das habitações particulares, dificilmente o investimento tem um retorno directo. Isto quer dizer que serão os aspectos paralelos como o conforto, segurança, alguma economia energética e da valorização da propriedade que farão com que se invista em sistemas domóticos.

Como também se referenciou, os edifícios bioclimáticos têm um custo algo mais elevado, face à técnica construtiva e aos materiais empregues. Este sobre valor pensa-se ser perfeitamente retornado na vida do edifício, face principalmente às economias de energia, não considerando outros factores indirectos, como por exemplo a poluição.

Segundo João Felicíssimo de Matos (cit. in Osava, 2001), proprietário de imóveis no Brasil, o custo para um edifício de 10 andares pode ser superior em 5% relativo à média, mas será determinante nos gastos futuros, esperando uma economia em electricidade de cerca de 36% em ar condicionado e 11% em iluminação. Para tal, foi necessário conseguir um melhor aproveitamento da ventilação e da luz naturais, aumentar a espessura das paredes, utilização de cores claras, fibras vegetais como isolante e recorrer à energia solar para aquecimento de água.

#### 9.4 QUE FUTURO?

Nesse momento, graças à Internet, estamos a verificar o aparecimento de mais fabricantes e provedores de serviços, desenvolvendo produtos e serviços que conjugam o melhor da Internet (baixo custo, fácil acesso e em banda larga, padrões Web e WAP), com tecnologia padrão de redes, o que nos leva a acreditar que a domótica atingirá um novo patamar de utilização e popularidade, havendo já aqueles que em função dessas novidades pretendem adoptar a expressão "Teledomótica", por conta da sinergia que se está a produzir pelo uso conjunto da Internet, do telefone móvel e da domótica propriamente dita.

O acesso à Internet por banda larga e na modalidade "Always On" (sempre conectado) tem um papel muito importante, se não imprescindível, para que o mercado de Teledomótica cresça. Além de garantir a recepção de comandos dados pelos residentes quando fora da casa, tornará viável a operação de "firewalls", impedindo que terceiros acedam à rede da residência, e viabilizarão entretenimento (downloads de áudio e vídeo), interfaces com comércio electrónico, alarmes médicos e para cuidado de pessoas incapacitadas, entre outros.

A importância deste tema, quer pela novidade quer pelos volumes de negócio potenciais, já em 2002 levou a que a Exponor incluísse na 18ª edição da Concreta uma "Casa inteligente", com grande número de patrocinadores (Figura 9.2), como se pode verificar na publicidade da mesma.

Nessa altura, o Director da AEP, Gomes (2002), apresentou assim a 18ª edição da Concreta, realizada entre 30.Out. e 31.Dez.2002.

"A 18ª edição da CONCRETA – Feira Internacional de Materiais de Construção será o palco de uma iniciativa pioneira no nosso país, que consiste na construção de raiz de uma Casa Domótica ou Inteligente.

Esta casa, (...) irá combinar uma componente arquitectónica contemporânea com uma característica domótica (...).

A casa como centro da nossa vivência é um local que assume desde sempre particular relevo para o bem-estar da pessoa, sendo que numa feira de construção tinha todo o sentido colocá-la no vértice das atenções, prestando-lhe por esta via a devida homenagem e importância.

Ao promover esta iniciativa, a EXPONOR pretende por um lado desmistificar o uso da domótica, que relembramos se traduz na utilização simultânea da electricidade, electrónica e da informática aplicadas à gestão técnica da casa e, por outro, apresentar ao nível do actual «estado da arte» os produtos, soluções e equipamentos que possibilitem uma melhor gestão de algumas variáveis como conforto, comodidade, segurança e bem-estar, sempre orientado por um bom enquadramento ambiental.”



Figura 9.2 – 18ª edição da Concreta

([www.casainteligente2002.com](http://www.casainteligente2002.com))

Hoje, ainda que a tecnologia esteja cada vez mais à disposição, também, como já referido, deve-se providenciar, para com recurso a técnicas naturais obter o melhor dos edifícios, em que todos temos de habitar.

Ninguém terá dúvidas que o futuro trará evoluções tecnológicas, que serão utilizadas nos edifícios, já que essa predisposição já existe. A banalização da tecnologia com consequente

diminuição de custo de implementação, a diminuição de tamanho de equipamentos e o aumento de funcionalidades, as comunicações de 3ª geração com velocidades e potencialidades de transmissão quase ilimitadas farão com que a tecnologia seja aplicada de um modo generalizado. Por outro lado, possíveis restrições ao consumo de energia associadas a possíveis incrementos de preço desses bens, numa lógica de consumidor/poluidor pagador, farão com que os edifícios tenham de ter uma concepção mais cuidada, quer do prisma bioclimático quer do prisma tecnológico.

## CAPÍTULO X CONCLUSÃO

Depois de elaborada esta monografia, recordando as várias fontes de informação utilizadas e consultadas, constata-se que muito poucas referências existem à complementaridade da arquitectura bioclimática e da domótica.

Pelo lado dos arquitectos e engenheiros, do ponto de vista da concepção do projecto, parece que o bioclimático é a solução de todos os problemas de conforto, economia de energia, consonância com o clima e ecologia.

Pelo lado dos defensores da tecnologia, todas as ineficiências dos edifícios tem uma solução técnica, de iluminação, de aquecimento ou refrigeração, de segurança e de conforto. Também defendem que a tecnologia remete à economia de energia, face à inteligência imputada aos equipamentos, mesmo capazes de aprender e reagir em conformidade com os eventos com que são deparados.

No entanto, para quem possa não ser tão radical, imagina como poderiam ser os edifícios caso ambas as soluções fossem implementadas de forma complementar. Edifícios bioclimáticos, projectados e construídos recorrendo a estudos, técnicas e dimensionamento apropriados, orientação solar correcta, com ganhos de luz e calor no Inverno, devidamente isolados quer do ponto de vista térmico quer acústico, sombreamento para o Verão e com ventilação natural devidamente dimensionada, complementados por sistemas domóticos que, pela tecnologia utilizada, possam de forma autónoma corrigir as variações climatéricas não controláveis, bem como facilitar algumas tarefas que vão para além do bioclimático, já que são externas à concepção do edifício.

A título de exemplo, um cenário possível seria o de um edifício inteligente dotado do melhor dos dois mundos, que logo pela manhã suspende alguns dos sistemas de alarme, abre os estores e cortinas (domótica) para, por força da orientação solar, dar entrada ao sol (bioclimático), ao mesmo tempo que liga os electrodomésticos (domótica) para a preparação do pequeno-almoço. Durante as horas da madrugada já havia regado o jardim (domótica), já que a sonda de humidade tinha determinado essa necessidade, lavado roupa e louça aproveitando as tarifas de horas de vazio (domótica). Por um comando de telemóvel (domótica), os portões são abertos, todos os sistemas eléctricos definidos na programação do sistema são desligados e é activado o sistema de vigilância e alarme. Os sistemas de ventilação natural (bioclimático) já se encontram em funcionamento, permitindo o renovar do

ar, mantendo o equilíbrio com o exterior. Mas o que parecia ser um dia quente e de sol, transforma-se num dia de frio e de chuva. Os estores e cortinas são fechados (domótica) e a ventilação natural (bioclimático), depois de ajustadas as aberturas reguláveis (domótica), passa a ser ajudada pelo aquecimento central (domótica) que detectou a descida de temperatura interior. Esta ilustração poderia continuar com todos os exemplos de tudo o que um sistema pode complementar o outro.

Assim, quase em forma de prioridades, parece que é logo na concepção da cidade que se permite ou não a um edifício poder ser inteligente, pela possibilidade de orientação solar e sombras sobre ou de outros edifícios. Depois, as concepções arquitectónica e de engenharia e consequente construção, escolha de materiais e qualidade. Por fim, que tecnologia se pretende implementar, com que utilização e com que benefícios para o utente.

Em termos de conclusão, “inteligente” parece ser a complementaridade dos sistemas. O recurso único à Arquitectura Bioclimática ou à Domótica não parece ser efectivamente o conceito final para “Edifício Inteligente”. Não será uma boa orientação solar, descuidando outros aspectos, ou um sem número de equipamentos tecnológicos distribuídos pelo edifício, sem proporcionar bem-estar acrescido, que farão de um edifício um “Edifício Inteligente”.

Mas existem casos específicos, em que o recurso à domótica pode ter outras funções que não o mero controlo económico e energético. Em edifícios habitados por pessoas com deficiência, as funcionalidades disponibilizadas pelos sistemas permitem-lhes viver de forma mais independente e auto-suficiente, recorrendo à tecnologia. Nestes edifícios tudo funciona por controlo remoto e claro que estas pessoas podem considerar viver num “Edifício Inteligente”.

O “Edifício Inteligente” tem de ser ajustado ao utilizador e ao meio ambiente. Fundamentalmente deve servir pela forma mais confortável, segura, económica, menos poluidora, mais funcional e ecológica, com enquadramento social, infraestrutural, ambiental e estético.

## Referências a Marcas Registradas

### 0 – 9

3M

### A

ABB

ABB Stromberg Power

AEG

Allen-Bradley

AMP

Arquipark

AT&T

Autronica British

### B

Batibus

BCI

BCS – Energy Conservation Systems, Ltd

BSR

### C

Cisco

Contimetra (Johnson Control)

Cypress

### D

Digital

Domótica

### E

Echelon Corporation

ECSA

EDF (Electricidade de França)

EHS(A)

EIB(A)

### G

Gesytec

### I

IBI

IBM

Infogrames

### K

KNX

Kollmargen

### L

Landis & Staefa (Siemens)

Lloyds Building

LonWorks (e afins)

Lyonnais des Eaux-Dmez

### M

Microprocessador – Sistemas Digitais (Efacec)

Microsoft

Mitsubishi

Motorola

### N

NASA

Neuron

### O

Ove Arup & Partners

### P

Philips Lighting B.V

Pico Electronics, Ltd

Portugal Telecom SA

Potter Electric Signal Company

### S

Samsung Electronics

Sanyo

Schlumberger Industries

Securiscan (Thomson)

Sharp

Solar

Solus Technology Corporation

### T

Tagusparque, S.A

Tipi

TNUL – Tirone Nunes Urbanismo, Lda.

Toshiba

### U

Unisys

Unix

### W

Weidmüller

### X

X-10

As marcas e/ou referências apresentadas ao longo do texto, são marcas registradas.

## Bibliografia

A arquitectura técnica do sistema domótico. [Em linha]. Disponível em <<http://www.lardocelar.com/consultorio>>. [Consultado em 01/12/2003].

Alves, J. e Mota, J. (2003). Casas Inteligentes. Lisboa, Centro Atlântico.

Arquitectura Bioclimática em Climas Tropicais e Equatoriais de Influência Marítima. [Em linha]. Disponível em <[http://www.spes.pt/sol\\_pass\\_clim\\_trop.htm](http://www.spes.pt/sol_pass_clim_trop.htm)>. [Consultado em 24/01/2004].

Arquitectura Bioclimática. [Em linha]. Disponível em <<http://www.lineasolar.com/ARQUITECTURA.HTML>>. [Consultado em 24/01/2004].

Automação Residencial. [Em linha]. Disponível em <[http://portaldaautomacao.com.br/materia\\_016.asp](http://portaldaautomacao.com.br/materia_016.asp)>. [Consultado em 17/12/2003].

Boletim Lisboa Urbanismo (1998). [Em linha]. Disponível em <[http://ulisses.cm\\_lisboa.pt/data/002/003/001/artigo.php?ml=2&x=b2a2pt.xml](http://ulisses.cm_lisboa.pt/data/002/003/001/artigo.php?ml=2&x=b2a2pt.xml)>. Suspenso. [Consultado em 01/02/2004].

Bretenitz, J. (2001). Domótica: as casas inteligentes. [Em linha]. Disponível em <<http://www.widebiz.com.br/gente/vivaldo/domotica.html>>. [Consultado em 20/11/2003].

Casas Inteligentes. Alta tecnologia aplicada à sua qualidade de vida. [Em linha]. Disponível em <<http://www.sistemafacil.com.br/ENGENHARIA/Emp033.htm>>. [Consultado em 06/12/2003].

Cuando un edificio es inteligente? [Em linha]. Disponível em <<http://www.edificiointeligente.8m.com/Inmotica.htm>>. [Consultado em 17/12/2003].

Díaz, N. (2002). Introdução à domótica. [Em linha]. Disponível em <<http://www.casainteligente2002.com>>. [Consultado em 20/11/2003].

Domótica. [Em linha]. Disponível em

<<http://www.xtend.ws/html/domotica.htm>>. [Consultado em 17/01/2004].

Domotique. [Em linha]. Disponível em

<<http://users.win.be/W0001461/domotique/>>. [Consultado em 17/12/2003].

Enciclopédia Larrousse, Edição 1988.

Figueiredo, R. (2003). Revisão PDM – Por um futuro mais equilibrado para todos.

C.M.Porto (infomail)

Feuerstein, G. (1977). Vienna Present and Past – Architecture. Vienna, Vienna T.B.

Frazatto, C. (2001). Edifícios Inteligentes. [Em linha]. Disponível em

<<http://www.bicsi.com.br/download/bicsi2001/br0115.pdf>>. [Consultado em 18/11/2003].

García, O. (N/A). Arquitectura Bioclimática. [Em linha]. Disponível em

<[http://www.arquonauta.com/x/articulos/articulo.php?id\\_art=7](http://www.arquonauta.com/x/articulos/articulo.php?id_art=7)>. [Consultado em 24/01/2004].

Gates, B. (2001). Samsung and Microsoft. [Em linha]. Disponível em

<<http://www.microsoft.com/presspass/press/2001/oct01/10-17eHome/SamsungPR.asp>>.

[Consultado em 17/12/2003].

Generalitat y APABCN con el edificio bioclimatico - Año 2001. [Em linha]. Disponível em

<[http://www.domotica.net/Generalitat\\_y\\_APABCN\\_con\\_el\\_edificio\\_bioclim%Eltico.htm](http://www.domotica.net/Generalitat_y_APABCN_con_el_edificio_bioclim%Eltico.htm)>.

[Consultado em 01/02/2004].

Gomes, F. (2002). 18ª edição da Concreta. [Em linha]. Disponível em

<<http://www.casainteligente2002.com/>>. [Consultado em 20/11/2003].

Haaser, B. (N/A). LonWorks, "standard de facto". [Em linha]. Disponível em <<http://www.lonmark.org>>. [Consultado em 06/12/2003].

Home Networks. [Em linha]. Disponível em <[http://www.domotique-news.com/fr/home\\_net.htm](http://www.domotique-news.com/fr/home_net.htm)>. [Consultado em 06/12/2003].

Jeantet, B. (N/A). Convinience comes to life on the continent. [Em linha]. Disponível em <<http://www.echelon.com/solutions/home/appstories/sild.htm>>. [Consultado em 20/11/2003].

La domotique online. [Em linha]. Disponível em <<http://la.domotique.online.fr>>. [Consultado em 06/12/2003].

La Domotique. [Em linha]. Disponível em <[http://www.domotique-news.com/fr/la\\_domotique.htm](http://www.domotique-news.com/fr/la_domotique.htm)>. [Consultado em 06/12/2003].

La maison comunicant. [Em linha]. Disponível em <[http://www.domotique-news.com/fr/savoire/maison\\_com.htm](http://www.domotique-news.com/fr/savoire/maison_com.htm)>. [Consultado em 06/12/2003].

Nouvelles technologies dans la maison de demain. [Em linha]. Disponível em <[http://www.domotique-news.com/fr/savoir/hab\\_21e.htm](http://www.domotique-news.com/fr/savoir/hab_21e.htm)>. [Consultado em 06/12/2003].

Oiza, F. e Curtis, W. (1995). Frank Lloyd Wright, Arquitectura Viva – Monografias, Volume 54, Jul./Ago.

Oliveira, R. (1999). Poupança, Segurança e Conforto. [Em linha]. Disponível em <<http://www.climanet.pt/noticias/>>. [Consultado em 20/11/2003].

Osava, M. (2001). Os edificios inteligentes poucam energia. [Em linha]. Disponível em <<http://www.tierramerica.net/2001/0610/pacentos.shtml>>. [Consultado em 10/01/2004].

Preinstalación de un sistema domótico. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.domotica.net>>. [Consultado em 01/12/2003].

Qué es la arquitectura bioclimática? [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Facility/8776/Marcador1#Marcador1>>.  
[Consultado em 24/01/2004].

Qué es una casa inteligente? [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.casainteligente.com/x10/casainteligente.html>>. [Consultado em 03/01/2004].

Que es x10? [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.superinventos.com/Queesx10.html>>. [Consultado em 01/12/2003].

Redes de dados em condomínios. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.ibm.com/news/br/2002/08/27-08-02b.html>>. [Consultado em 20/11/2003].

Rio, R. (2003). Revisão PDM – Por um futuro mais equilibrado para todos. C.M.Porto (infomail)

S. A. (2002). Infogrames, premier bâtiment labellisé Europtibat. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.batiactu.com/data/20092002/20092002-150744.html>>. [Consultado em 20/11/2003].

Salvaing, M. (2001). Óscar Niemeyer. Madrid, H.Kliczkowski

Siza, A. (1998). Imaginare l'evidenza. Roma, Gius. Laterza & figli Spa /  
Imaginar a evidência. Lisboa, Edições 70 Lda.

The Internacional LANDIS & STAEFA Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.landisstaefa.com>>. [Consultado em 01/2004].

The Internacional QUALITEL Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.qualitel.org>>. [Consultado em 18/11/2003].

The International ABB Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.abb.pt>>. [Consultado em 03/01/2004].

The International CASA INTELIGENTE Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://casainteligente.com>>. [Consultado em 17/12/2003].

The International DOMOTICA Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.domotica.pt>>. [Consultado em 03/01/2004].

The International ECHELON Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.echelon.com/productdb/>> [Consultado em 20/11/2003].

The International EFACEC Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.efacec.pt>>. [Consultado em 03/01/2004].

The international EUROPTIBAT Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.espace-elec.com/europtibat/label.htm>>. [Consultado em 18/11/2003].

The International IBM Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.ibm.com>>. [Consultado em 15/11/2003].

The International INE Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.ine.pt>>. [Consultado em 16/04/2004].

The International KEN YEANG Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.trhamzahyeang.com/profile/yeang.html>>. [Consultado em 01/02/2004].

The International LONMARK Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.lonmark.org>>. [Consultado em 06/12/2003].

The International Microsoft Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.microsoft.com>>. [Consultado em 17/12/2003].

The International SOLUS CORP. Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.soluscorp.com.au/about.html>>. [Consultado em 06/12/2003].

The International TAGUS PARK Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.taguspark.pt/html/index.>>. [Consultado em 24/01/2004].

The International THE SMART HOUSE INC. Home Page. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.smart-house.com>>. [Consultado em 10/01/2004].

Thompson, J. (2001). 40 Architects under 40. Cologne, Taschen GMBH

Utilização de sistemas solares passivos em edifícios. INETI/DER. [Em linha]. Disponível em  
<[http://www.spes.pt/sol\\_pass\\_intro.htm](http://www.spes.pt/sol_pass_intro.htm)>. [Consultado em 17/01/2004].

Yeang, K. (N/A). Bioclimatic Skycrapers. [Em linha]. Disponível em  
<<http://www.ellipsis.com/yeang/>>. [Consultado em 01/02/2004].